

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« » июля 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование и оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
при работе автономных источников теплоснабжения

тема

08.04.01 «Строительство»

код и наименование направления

**08.04.01.00.05 Системы теплоснабжения и кондиционирования
микроклимата зданий**

код и наименование магистерской программы

Магистрант

подпись, дата

Н.И. Биль

инициалы, фамилия

Научный руководитель

подпись, дата

доцент, к. т. н.

должность, ученая степень

И.Б. Оленёв

инициалы, фамилия

Научный руководитель

магистерской программы

подпись, дата

профессор, д. т. н.

должность, ученая степень

Ю.Л. Липовка

инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на тему «Исследование и оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при работе автономных источников теплоснабжения» содержит 87 страницы текстового документа, 11 таблиц, 7 приложений, 48 использованных источника. 37 рисунков, 25 формул.

АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ, РАСЧЁТ ВЫБРОСОВ, СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

Предмет исследования: Выбросы загрязняющих веществ при работе автономных источников теплоснабжения.

Объект исследования: Автономные источники теплоснабжения.

Цель диссертационного исследования: Определить влияние выбросов загрязняющих веществ на приземный слой атмосферы.

Задачи работы: Определить количественные характеристики загрязняющих веществ при работе автономных источников теплоснабжения.

**Тема: Исследование и обеспечение требуемых параметров шума
создаваемого системами вентиляции и кондиционирования воздуха**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА О ВЫБРОСАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	7
1.1 Использование индивидуальных теплогенераторов для выработки тепловой энергии в современных условиях.....	7
1.2 Анализ научно-технической литературы по использованию различных видов топлива в теплогенерирующих установках.....	12
1.3 Обзор состояния вопроса по влиянию выбросов загрязняющих веществ на загрязнение приземного слоя атмосферы при сжигании различных видов топлива.....	16
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	21
2.1 Устройство, технические данные и принцип работы котлов Zota...	22
2.2 Определение максимальных расходов топлива для котлов ZOTA работающих на углях Канско-Ачинского угольного бассейна и древесном топливе.....	30
2.3 Определение расходов топлива для котлов ZOTA в зависимости от изменения параметров наружного воздуха.....	37
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	41
3.1 Влияние выбросов в атмосферу при работе автономных источников теплоснабжения на угле и древесном виде топлива.....	41.

3.2 Определение приземных концентраций загрязняющих веществ с использованием программного комплекса УПРЗА «Эколог».....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71
ПРИЛОЖЕНИЯ А-Ж	76-87

ВВЕДЕНИЕ

Отопление является одной из главных потребностей людей, живущих в регионах с суровыми климатическими условиями. В связи с этим необходимо стремиться к оптимизации затрат и повышению экологической составляющей систем отопления. Жилой сектор, имеющий большую энергетическую нагрузку, оказывает огромное влияние на атмосферный воздух и окружающую среду в целом. Атмосферный воздух в свою очередь является жизненно важным компонентом окружающей природной среды. Непрерывное негативное воздействие на атмосферу и неудовлетворительное решение вопросов о её оздоровлении отрицательно влияют на состояние здоровья населения земли. Поэтому актуальной проблемой для человека на сегодняшний день является загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами и реализация мероприятий по его очистке. Вредное (загрязняющие) вещество – это химическое или биологическое вещество, либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

При проектировании систем теплоснабжения необходимо соблюдать требования:

Технологические требования заключаются в том, что система теплоснабжения должна обеспечивать помещение теплом, соответствующее требованиям протекающего технологического процесса.

Энергетические требования заключаются в том, что система теплоснабжения должна выполнять возложенные на неё функции при минимальном потреблении сырья.

Экологические требования заключаются в том, что работа системы теплоснабжения не должна оказывать негативное влияние на состоянии окружающей среды.

Строительно-монтажные требования заключаются в том, что конструкция системы теплоснабжения должна предусматривать технологичные способы монтажа и реконструкции.

1 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА О ВЫБРОСАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

1.1 Использование индивидуальных теплогенераторов для выработки тепловой энергии в современных условиях

Большая часть регионов Российской Федерации расположена в зонах с весьма низкими зимними температурами. И пока не разработаны новые технологии получения тепловой энергии, основной теплоснабжения в таких регионах остаются котлы, которые производят тепло путём сжигания органического топлива. В данной статье [25] рассказывается о значении теплоэнергетики и производства котельного оборудования для России. Так же в статье сравнивается эффективность котлов используя параметр (КПД) котла определённого по низшей теплоте сгорания топлива.

При подготовке специалистов в области промышленной теплоэнергетике, энергетики теплотехнологий, автоматизации технологических процессов и производств большое внимание уделяется в изучению широко распространенных теплотехнических устройств – котельных установок производственных, производственно-отопительных и отопительных котельных. Котельные установки отличаются большим разнообразием конструкций и видов используемого топлива. Котельная техника имеет отличительные признаки, такие как производительность, принцип действия, компоновка, конструктивное исполнение и другие. В статье [17] рассмотрены классификации и конструкции современных котельных агрегатов. Рассмотрены основные элементы котлов, а так же топки для сжигания различных видов топлива. Большое внимание уделено правильной эксплуатации котлов, организации и ремонта котельного агрегата.

В современных индивидуальных системах отопления доминирующую позицию занимают котлы, работающие на газовом топливе. Но Красноярский край является одним из основных угледобывающих субъектов, в нём добывается каждая десятая тонна черного золота. Так же Красноярский край богат древесиной, запасы промышленной древесины оцениваются в 14,4 млрд, что составляет практически одну пятую общероссийских запасов древесины.

При этом для обеспечения теплоносителем систем отопления и горячего водоснабжения преимущественно используют традиционные комбинированные котлы. Авторами в статье [1] рассмотрены результаты экспериментального обследования экологических показателей работы традиционного комбинированного котла и конденсационного при номинальной нагрузке. Результаты энергообследования показали, что конденсационный газовый котел значительно превосходит традиционный котел комбинированного типа, как по энергетическим, так и экологическим показателям.

В статье [36] приводится анализ перспектив использования автономных источников энергоснабжения. Показаны преимущества использования газотурбинных и газопоршневых установок при когенерации тепла и электроэнергии. Кратко представлены основные виды тепловых насосов, приведены показатели, характеризующие их эффективность, показана сравнительная эффективность выработки тепла в газовой котельной и с помощью теплонасосных установок. Однако при действующих тарифах на электроэнергию работа тепловых насосов с электроприводом может оказаться убыточной. Поэтому после экономических расчётов может оказаться более выгодным применение для привода тепловых насосов газопоршневых или газотурбинных двигателей.

Подбор наиболее эффективных и целесообразных систем теплоснабжения среди централизованных, децентрализованных или другими словами – местных, а так же автономных систем осуществляется по сей день.

Каждая отопительная система имеет свою область применения. Всё это зависит от особенностей климата. В статье [3] описывается использование автономных отопительных систем. Наиболее эффективны такие системы в малоэтажном загородном строительстве, данная система заключается в том, что каждое строение имеет свою собственную систему генерации и подачи тепла. Последнее время автономное отопление все чаще используется в поквартирном отоплении. Обе отопительные системы имеют свои преимущества и недостатки, свои области применения, однако технологический уровень практически один. В итоге качество оборудования и его техническое совершенство во многом определяет основные критерии системы: эффективность, надежность и безопасность.

В статье [38] рассмотрены перспективы применения и основные направления повышения эффективности твердотопливных котлов малой мощности, работающих по технологии высокотемпературного кипящего слоя (ВТКС). Рабочие параметры автоматизированных котлов с ВТКС усовершенствованной конструкции и их динамические характеристики при работе на переходных режимах исследованы методами численного моделирования. Так же показано, что процесс горения твердого топлива в котлах ВТКС с рециркуляцией дымовых газов, характеризуется улучшенными параметрами переходных процессов.

В данной статье [34] выполнена сравнительная оценка автономных источников теплоснабжения. Так же предложены пути оптимизации автономных источников теплоснабжения для достижения наибольшего экономического и экологического эффекта и представлено практическое применение на примере реальных производственных объектов.

В настоящее время в связи со значительными объемами нового строительства появилась тенденция децентрализации систем теплоснабжения с применением автономных котельных. Проанализировав публикация можно сказать, что в настоящее время котельная техника развивается по трём направлениям: Использования наиболее рационального топлива;

интенсификация теплообменных процессов в различных элементах котлов; снижение вредных выбросов в атмосферу. В статье [37] рассмотрены основные направления развития котлов малой мощности и выполнен анализ существующих способов интенсификации теплообмена в котлах. Приведена обобщающая зависимость, отражающая влияние излучателей на теплообмен в конвективных поверхностях водотрубных котлов. Так же в данной статье говорится, что применение промежуточных излучателей позволяет повысить энергоэффективность котлов и уменьшить их негативное влияние на экологическую обстановку области.

На данный момент в период кризиса и санкций прежде всего страдает экономика нашей страны. Цены растут, население страны беднеет. В связи с этим мы вынуждены искать более дешевые источники для отопления помещений. В статье [13] рассматривается эффективность применения твердотопливных котлов длительного горения, принцип работы которых базируется на тлении твёрдого топлива. Котлы длительного горения работают почти на любом виде твердого топлива, даже на твердых бытовых отходах, и используются для обогрева помещений и горячего водоснабжения для бытовых нужд. Принцип работы котла базируется на таком свойстве твердого топлива как тление. В статье автор приводит расчет экономической целесообразности применения твердотопливных котлов длительного горения для использования в загородных домах.

В данной статье [30] говорится о низкотемпературной вихревой технологии сжигания твердого топлива (НТВ-технология). Рассказывается о особенностях её применения, приводится пример модернизации котла КВ-ТК-100-150. В заключение данной статьи описываются плюсы НТВ – технологии.

Энергосберегающие технологии при сжигании газа в котлах малой мощности – комплексная задача, которая включает в себя повышение экономичности, снижения выбросов вредных веществ в атмосферу и капитальные затраты на их осуществление. В статье [6] анализируются

современные схемы компоновки котельных котлами малой мощности до 30 кВт. Возможные способы улучшения работы котельных за счет усовершенствования схем компоновки, что приведет к энергоэффективной и энергосберегающей работе котельных. Выбор компоновки котельного оборудования осуществляется таким образом, чтобы было обеспечено надёжное и бесперебойное теплоснабжение потребителей [5]. В зависимости от вида вырабатываемого теплоносителя котельные малой мощности можно подразделить на паровые и водогрейные [4]. В статье [7] нам рассказывается о каскадной схеме компоновки котельной с водогрейными котлами малой мощности. Каскадная котельная - это система взаимосвязанных между собой нескольких котлов, мощность которых в сумме обеспечивает требуемое теплоснабжение объекта. Принцип работы каскадной котельной основан на последовательном (каскадном) соединении котлов между собой. При этом один из котлов каскадной схемы является главным, который в зависимости от потребности в увеличении мощности работы котельной, последовательно подключает остальные котлы каскада. Общая мощность каскадной котельной варьируется от требуемого теплоснабжения объекта до минимальной – номинальной мощности одного котла каскада. Котельная каскадной компоновки имеет ряд преимуществ по сравнению с котельной принципиальной схемы компоновки: плавное регулирование, включение нужного количества агрегатов для обеспечения требуемой тепловой нагрузки, возможность установки различных систем автоматики.

В настоящее время всё большую популярность набирает применение тепловых насосов как устройств для отопления здания, позволяющих уменьшить выбросы углекислого газа в атмосферу, тем самым снизить воздействие на климат планеты из-за уменьшения парникового эффекта. Тепловой насос – это устройство для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой к теплоприемнику с высокой температурой. В [41] статье говорится об тепловых насосах для отопления индивидуальных жилых домов. Проанализирован вред, который насосы

наносит окружающей среде. Определён размер экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Так же произведена оценка эффективности систем отопления в долгосрочной перспективе с учётом экологического ущерба. В статье [42] авторами проведена оценка проектов систем отопления индивидуального жилого дома. Показана перспективность применения тепловых насосов для отопления индивидуального жилого дома. Разработана методика, которая позволяет выбрать проект системы отопления с минимальными совокупными затратами, уменьшить нагрузку на окружающую среду и снизить риски. Так же рассмотрены возможности выбора конкретного проекта отопления индивидуального жилого дома с учётом многокритериального подхода.

В статье [35] выполнено сравнение характеристик загрязнения атмосферного пространства теплогенерирующими установками систем теплоснабжения для различных вариантов застройки населенных мест. Так же проведена оценка качественных и количественных характеристик показателей загрязнения атмосферного воздуха при различной структуре и размещения теплогенерирующих установок. Сделан вывод о том, что восьмикратное наложение зон рассеивания при поквартирном теплоснабжении и четырехкратное наложение при коттеджном теплоснабжении обусловлено соответствующей плотностью застройки и должно обязательно учитываться при разработке архитектурно планировочных концепций и технических решений по теплоснабжению.

1.2 Анализ научно-технической литературы по использованию различных видов топлива в теплогенерирующих установках

Проблемы энергосбережения и охраны окружающей среды для топливоиспользующих агрегатов взаимосвязаны, причем не только при выработке электроэнергии и теплоты, но и в процессах сжигания топлива в технологии(промышленные печи и котлы, сушильные агрегаты и др.) В

статье [32] рассматривается комплекс вопросов, относящихся к загрязнению атмосферы при использовании топлива в индустриально развитых странах. Проанализирован мировой баланс добычи и использования углеводородных топлив. Приведены и обсуждаются национальные и международные нормативы вредных выбросов. Так же приведена информация по добыче и использованию в мире основного топлива современности - углеводородного (природный и попутный газы, жидкое нефтяное топливо), из которых видно несоответствие объемов добытого и потребляемого топлива по отдельным регионам. При этом преобладание углеводородного топлива в структуре энергопотребления характерно для развитых стран Европы. А до сих пор развивающиеся страны, включая Китай, Индию и России используют твёрдое топливо(угли), что ведет к повышению выброса вредных веществ и парниковых газов в атмосферу.

Для российских потребителей, которые нуждаются в автономном теплоснабжении, альтернативой природному газу в большинстве случаев является твёрдое топливо. В статье [14] рассмотрены котлы, работающие на различном твёрдом топливе – все виды углей, торф, дрова, пеллеты, различные виды брикетов и отходов производств. Даны рекомендации по выбору сырья для теплогенерирующих установок.

Не секрет что Россия обладает огромными запасами древесины, поэтому для нас актуальны вопросы максимально эффективного использования древесной биомассы, это одно из приоритетных направлений развития энергетики - использование возобновляемых источников энергии. Именно к таким источникам относиться древесная биомасса. Использование древесной биомассы в энергетике позволяет утилизировать побочные продукты лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий, получать более дешевую энергию, снижать вредное воздействие на окружающую среду. Об этом рассказывается в статье [20]. Так же проведено комплексное энергетическое обследование водогрейного котла, при сжигании различных биотоплив и гранулированного торфа.

В статье [33] приводятся результаты экспериментальных исследований топливных брикетов из торфа, предназначенных для сжигания в слоевых топочных устройствах. Приведены теплотехнические и прочностные характеристики, элементный состав полученных брикетов.

В статье [27] приведены результаты опытного сжигания смеси углей Мугунского и Ирбейского месторождения, с целью определения связывания образовавшихся при пылеугольном сжигании окислов серы золой, даны характеристики этих углей. На основании измерений и анализа определено влияние минеральной части золы на концентрацию двуокиси серы за котлом БКЗ-500-140.

В данной статье [2] рассмотрены основные принципы технологии получения композитного топлива из низкосортного сырья. Приведены результаты переработки низкосортного сырья в композитное топливо, в результате которой получаемое топливо имеет теплоту сгорания, равную теплоте сгорания большинства каменных и бурых углей. Так же представлена возможность придания влагостойкости композитного топлива за счет использования пиролизной смолы, получаемой при теплотехнологической переработке сырья: нанесение смолы на поверхность топлива и последующая сушка при температуре 20-40 °С позволяет обеспечить полную влагостойкость.

В работе [8] предложено использовать углеродсодержащие отходы промышленных предприятий при получении твердого топлива для энергетических целей. В качестве связующего применяется избыточный активный ил городских очистных сооружений. Определены оптимальные составы топлива для использования в твердотопливных котлах, разработана принципиальная технологическая схема опытной установки. Ресурсосбережение заключается в использовании биогаза и получаемых топливных гранул как альтернативы традиционным природным энергоносителям — углю, природному газу и т. п. Перспективно использование топливных гранул в качестве твердого топлива взамен

каменного угля в котельных установках и для нужд населения. Энергосбережение при реализации предлагаемых решений заключается в значительном сокращении потребления энергоносителей со стороны, что возможно благодаря использованию собственного получаемого газообразного и твердого топлива.

В данной статье [9] нам рассказывается про то, что в Беларуси нефтеперерабатывающим и нефтедобывающим отраслям уделяется пристальное внимание. На фоне сохранения уровня переработки и объемов добычи нефти в странах Евразийского экономического союза происходит устойчивое образование углеводородсодержащих отходов, поэтому их переработка актуальная задача, способная повысить конкурентоспособность производства. Наиболее экономически оправданным способом использования углеводородсодержащих отходов является их переработка в энергоресурсы. В данном случае можно получить значительный энергетический и экономический эффект от совместного использования углеводородсодержащих, древесных, сельскохозяйственных и иных горючих отходов, улучшив при этом экологическую обстановку. Комплексное решение проблемы переработки отходов даёт возможность использовать многие не нашедшие применения в других технологиях отходы в качестве энергоресурсов, производить альтернативное многокомпонентное топливо. Кроме того, внедрение такой технологии сделает возможным сокращение энергозатрат предприятий различного назначения.

В статье [39] рассмотрен перевод Владивостокской ТЭЦ-2 на сжигание природного газа. Так же рассмотрены конструкция и технико-экономические показатели работы котла паропроизводительностью 210т/ч до и после реконструкции(с твёрдого на газообразное топливо). Предложены некоторые варианты подавления оксидов азота при горении. Реконструкцией удалось снизить выбросы газообразных вредных веществ в атмосферу в среднем в 2,5-4 раза.

1.3 Обзор состояния вопроса по влиянию выбросов загрязняющих веществ на загрязнение приземного слоя атмосферы при сжигании различных видов топлива

Энергетика является важнейшей отраслью, которая определяет эффективность развития экономики и технический уровень всей промышленности. В данный момент времени наблюдается рост населения в мире и рост энергопотребления на душу населения. Основным топливом сжигаемым котельными Сибири (за исключением некоторых областей), является уголь различных месторождений. Доля угля в тепловом балансе энергопредприятий составляет более 90%. В статье [28] приводятся сравнительные результаты расчётов показателей вредности и выбросов двуокиси углерода для органических топлив, сжигаемых в котельных установках малой мощности. При оценки экологического воздействия на окружающую среду использовались методики: расчёт показателей вредности энергетических топлив; методика расчёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котлов. На основании расчётов даны рекомендации по выбору топлива, при сжигании которого котельные будут оказывать меньшее экологическое воздействие на окружающую среду. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят золы и частицы, диоксид серы и азота.

В статье [29] рассказывается о том, что при сжигании органических топлив образуются парниковые газы в значительном количестве, прежде всего диоксид углерода. А это в свою очередь является одной из основных причин приводящих к глобальному потеплению и изменению климата на Земле. Парниковые газы – это шесть веществ, из которых основной вклад (65%) в создание парникового эффекта вносит диоксид углерода (CO_2). Так же автор упоминает о технологии модернизации котельного оборудования, которое позволит повысить экономические и экологические показатели котельных установок. В статье [10] говорится о том, что при сжигании твердого топлива, прежде всего угля, в атмосферу с дымовыми газами

поступает летучая зола, частицы которой содержат углерод, диоксид кремния, окислы алюминия и железа, серу, некоторые органические соединения, тяжелые металлы и другие химические элементы. При сжигании жидкого и газового топлива выход твердых частиц значительно меньше, однако они и газообразные продукты характеризуются высокими концентрациями многих вредных химических веществ.

В статье [11] говорится о антропогенных выбросах парниковых газов и загрязняющих веществ – это один из основных факторов, обуславливающих изменение химического состава атмосферы и ее теплового баланса. Процессы добычи, переработки и сжигания органического топлива являются источником примерно 80 % суммарных объемов антропогенных выбросов в атмосферу, в том числе 90 % диоксида углерода - главного парникового компонента атмосферы, изменение содержания которого называют основной причиной современного повышения температуры. В статье [12] рассмотрены вопросы антропогенного загрязнения атмосферного воздуха городов Красноярского края и прилегающих сельскохозяйственных территорий, а также источники первичных и вторичных загрязняющих веществ; объем выбросов основных источников антропогенного загрязнения; уровень химического загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов Красноярского края. Так же в данной статье говорится о том, что любое нежелательное изменение состава земной атмосферы из-за поступления в неё различных газов, водяного пара и твёрдых частиц отрицательно влияет на живые организмы, в том числе на здоровье человека.

В статье [22] приведены сведения о коррозионно-агрессивных соединениях серы в тракте пылеугольного котла. При сгорании угля с большим содержанием серы образуется сернистый ангидрид и серный ангидрид, эти соединения в свою очередь негативно влияют на живые организмы. В статье описан экономичный и достаточно простой эксперимент, позволяющий определить мероприятия по уменьшению низкотемпературной коррозии низкотемпературных поверхностей нагрева. В

статье [16] приведён пример расчёта определения оксидов азота в дымовых газах. Даны рекомендации по снижению и фильтрации оксидов азота в дымовых газах.

В статье [19] говорится о древесине и побочных продуктов её обработки и переработки. Древесина является возобновляемым источником энергии с нейтральным уровнем эмиссии углерода и она может быть эффективно использована в решении энергетических и экологических проблем. Одно из приоритетных направлений развития энергетики – это использование возобновляемых источников энергии. [21]

В статье [23] показано, что изменения природоохранного законодательства РФ приведут к резкому возрастанию экологических платежей за загрязнение окружающей среды при превышении технологических нормативов. Наибольшие превышения по удельным выбросам оксидов азота имеют место при сжигании в котлах твердого топлива при жидком удалении шлака. Для снижения платежей в ближайшие годы предстоит реконструировать большое число котлов, что потребует значительных капитальных затрат. Целью данной статьи являлось разработка технических решений по малозатратной реконструкции котлов, для обеспечения эффективного сжигания топлива и технологических нормативов выбросов в атмосферу. В качестве примера показано, что применение предлагаемой технологии на котле БКЗ-210-140Ф позволило снизить выбросы оксидов азота более чем в 2 раза при сжигании высокорекреационного кузнецкого угля.

Статья [26] посвящена оценке влияния отдельных компонентов сгорания на суммарную токсичность выброса. Так же проведён анализ влияния всех компонентов сгорания, для повышенной точности определения общей агрессивности. Такой подход позволяет более точно оценивать фоновый уровень загрязнения воздушного бассейна токсичными веществами в районах, где основными источниками теплоснабжения являются котельные установки малой мощности. В статье [31] проанализировано влияние

различных видов топлива на загрязнение воздушного бассейна, при этом учтены состояния и прогнозы изменения структуры потребления первичной энергии в мире. Так же системно изучены региональные особенности воздействия на окружающую среду, рассмотрено распределение вредных выбросов по регионам страны и исследована связь отдельных отраслей национальной экономики и промышленности с загрязнением атмосферы. В статье [15] производится оценка негативного воздействия на атмосферу за счет выброса пыли и оксидов азота, серы и углерода в следствии работы котлов малой мощности. Приведены расчеты по 19 видам твердого топлива различных месторождений на территории России. А также для удобства сравнения негативного воздействия от выброса загрязняющих веществ в атмосферу, при сжигании топлив в котлах, используются понятие экобальной оценки.

В статье [43] рассмотрены антропогенные факторы влияющие на окружающую среду, проанализированы техногенные процессы, способствующие развития парникового эффекта. Раскрыта проблема дефицита кислорода в атмосфере Земли и представлены данные по расходу кислорода при сжигании традиционных видов топлив.

В статье [24] рассмотрены возможности использования полученного электротермической газификацией синтез-газа для безмазутной подсветки факела пылеугольных котлов, которая позволяет улучшить экономические и экологические характеристики котлоагрегатов. Электротермические газификаторы могут работать непрерывно несколько месяцев, что является преимуществом по сравнению с плазменной подсветкой.

Вывод:

В настоящее время мировой рынок предлагает множество котлов малой мощности, для использования их в автономных источниках теплоснабжения. В паспортах на теплогенерирующие установки достаточно точно приводятся технические сведения, но экологические аспекты там мало затрагиваются. Методики расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при работе

котлов малой мощности не пересматривались и не уточнялись на протяжении более чем 30 лет. В Красноярском крае рынок предлагает для использования в качестве топлива угли различных месторождений, к которым прилагаются сертификаты на угольную продукцию. Детальной оценки загрязнения приземного слоя атмосферы при использовании угля в качестве топлива населением, в настоящее время нет. Рекомендации по использованию угля в автономных источниках теплоснабжения того или иного месторождения, расположенного на территории Красноярского края, или альтернативного твердого топлива Министерством экологии и рационального природопользования Красноярского края не разработаны.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Развитие систем децентрализованного теплоснабжения является следствием значительных объемов нового коттеджного строительства в пригородных и сельских зонах застройки, а также реализации масштабных объемов жилищного строительства и реконструкции старой застройки городов. Современная система децентрализованного теплоснабжения представляет сложный комплекс функционально взаимосвязанного оборудования, включающего автономную теплогенерирующую установку и инженерные системы здания.

Автономные источники теплоснабжения – источники тепловой энергии, которые не связаны с центральными системами теплоснабжения. Они обслуживают отдельное здание, группу зданий или небольшой населенный пункт. Согласно статистике на долю автономных источников теплоснабжения приходится 13,5% всего производимого тепла в России. К автономным источникам теплоснабжения относятся котельные установки небольшой производительности. Газопоршневые агрегаты и мини-ТЭЦ на основе паротурбинных и газотурбинных установок.

Автономный источник теплоснабжения (АИТ) – комплекс технологического оборудования, который вырабатывает тепловую энергию заранее принятых параметров для теплоснабжения здания или группы зданий и сооружений.

Разделяют:

Пристроенный АИТ – АИТ, не менее одной стены или строительного элемента, которого вплотную примыкают к стене основного здания.

Встроенный АИТ – АИТ, размещаемый в границах ограждающей конструкции основного здания.

Крышный АИТ – АИТ, размещаемый на верхнем перекрытии здания или в пределах чердачного перекрытия.

2.1 Устройство, технические данные и принцип работы котлов Zota

Котёл пеллетный ZOTA “Pellet” с водяным контуром шнековым механизмом подачи топлива, в основном предназначен для отопления индивидуальных домов и зданий коммунально-бытового назначения, которые в свою очередь оборудованы системой водяного отопления. Котёл устанавливается в закрытом помещении оборудованном вентиляцией. Система вентиляции должна обеспечивать нормальную работу котла.

Данный котёл поставляется с заводскими настройками, которые гарантируют самое эффективное сгорание пеллет. Указанная в технических данных величина КПД котла и номинальная тепловая мощность учитывается при использовании пеллет, характеристики данного котла представлены в таблице 1. Так же котёл оборудован системой автоматического розжига, которая позволяет управлять циркуляционным насосом отопления, рециркуляции и горячего водоснабжения с помощью пульта отопления.

Транспортировка котла допускается всеми видами транспорта, при соблюдении условий безопасности и защиты изделия от механических повреждений. Данный котёл изготавливается специально для зон умеренных и холодных климатических условий.

Таблица 1 – Технические характеристики котлов ZOTA “Pellet”

№ п/п	Наименования	Модель котла			
		Zota Pellet 25_a	Zota Pellet 40_a	Zota Pellet 63_a	Zota Pellet 100_a
1	Номинальная тепловая мощность, кВт	25	40	63	100
2	Коэффициент полезного действия, %	90			
3	Рабочее давление воды в котле, МПа (кг/см ²)	0,3(3,0)			
4	Рабочий объем воды в котле, л, не менее.	84	130	214	277
5	Температура воды в котле,°С, не более	95			
6	Глубина топки, мм	400	550	700	820
7	Присоединительный диаметр дымохода, мм.	150	180		
8	Присоединительная резьба штуцеров для подвода и отвода воды.	G-2			

Окончание таблицы 1.

№ п/п	Наименования	Zota Pellet 25_a	Zota Pellet 40_a	Zota Pellet 63_a	Zota Pellet 100_a
9	Объем камеры сгорания, л.	87	126	153	214
10	Объем бункера, л.	293	293	606	606
11	Объем зольника, л.	7	11,5	21	25
12	Габаритные размеры котла, мм				
	-длина	1057	1215	1402	1522
	-ширина	1230	1280	1500	1500
	-высота	1416	1530	1590	1682
13	Масса котла в комплекте, кг, не более.	357	490	677	829
14	Ориентировочная отопливаемая площадь, м ² , при высоте потолка 2,7 м	250	400	630	1000
15	Разрежение за котлом, Па.	25	30	35	40
16	Ориентировочный расход топлива кг/сут. (при работе котла 10 час/сутки и номинальной теплопроизводительности)				
	-пеллет (при $Q_H^P=16$ МДж/кг)	60	100	160	250
	-дров (при $Q_H^P=12$ МДж/кг)	85	130	210	330
17	Время работы котла при полном бункере и номинальной мощности, час.	30	19	25	16
18	Номинальное напряжение питания, В.	$-220 \pm 10\%$			
19	Мощность нагревательного элемента системы авторозжига котла, кВт.	0,5			
20	Максимальная потребляемая мощность, кВт, (при автоматическом розжиге и напряжении сети – 220В).	0,6*			

Пеллетный котёл состоит из трёх элементов, которые являются основными: отопительного котла, пеллетной горелки, бункера. Расположение этих элементов мы можем увидеть на рисунке 2.1.1.

Отопительный котёл представляет собой сварной корпус, в котором расположены такие элементы как: На корпусе мы можем налюдовать дверцы, каждая из них служит для отдельных операций: загрузочная, прочистная и шуровочная. Топочная – оборудованная горелкой, служит для сжигания топлива. Конвективная зона – в ней расположен теплообменник. Зольник – в него поступают те отходы, которые образовались путём сгорания топлива в топочном узле. Все остальные, элементы можно детальнее рассмотреть на рисунке 2.1.2.

Пеллетный котёл является автоматизированной системой, приставка АПТ (автоматическая подача топлива). Такая система включает в себя следующие компоненты: Бункер – емкость определенного объема, служит для загрузки пеллетами, которые в последующем поступают в топочную. Шнек – подаёт гранулы (пеллеты) в нужном объеме для поддержания температуры. Вентилятор – служит для поддержания процесса горения. Пульт управления – служит для ввода и вывода котла в эксплуатацию, а так же для поддержания нужных параметров температуры в здании. Пеллетная горелка с приводом, которую мы видим, рисунок 2.1.3, служит для автоматической подачи и горения пеллет в топке. Пеллеты подаваемые с шнековым механизмом в топку котла, подаются в чашу горелки, где вращаются ворошители, с их помощью пеллеты равномерно распределяются в тарелке. В зону горения, через отверстия в тарелки, при помощи электровентилятора подаётся воздух. Чаша оборудована нагревательным элементом, который служит воспламенения пеллет.

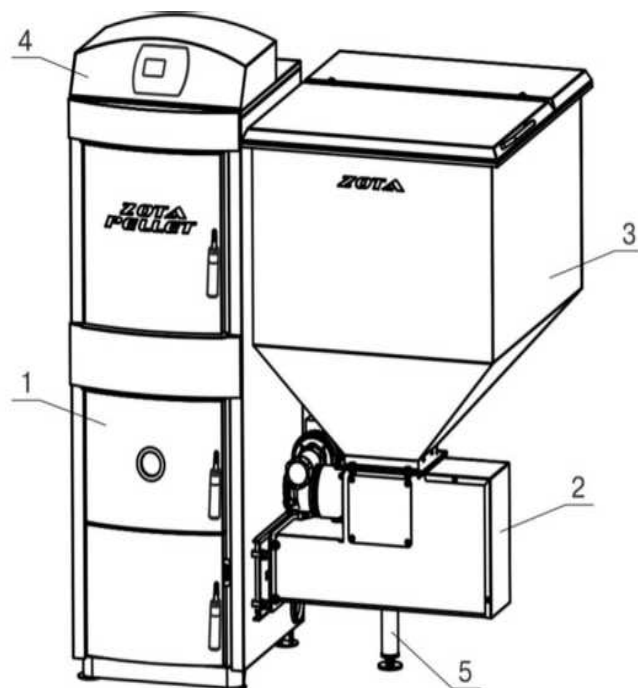


Рис. 2.1.1 Котёл пеллетный в сборе. (1- Котёл отопительный. 2 – Пеллетная горелка с приводом. 3 – Бункер. 4 – Пульт управления. 5 – Опора регулируемая).

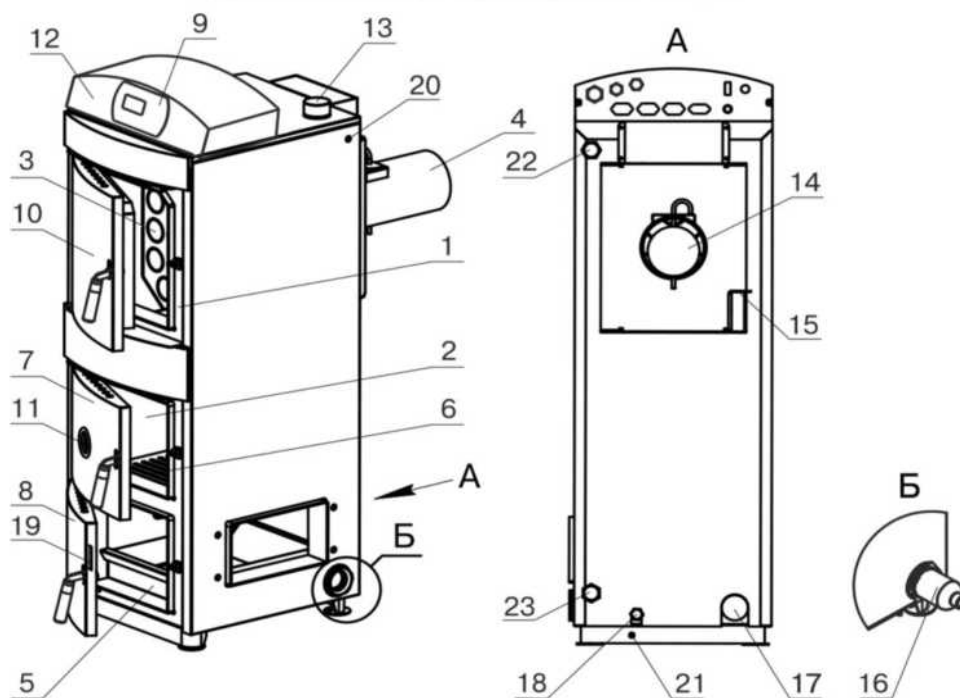


Рис. 2.1.2 Котёл отопительный. (1- Корпус котла. 2 - Топка. 3 – Газоход. 4 – Дымовой патрубок. 5 – Зольник. 6 – Колосники. 7 – Дверца загрузочная. 8 – Дверца зольника. 9 – Передняя панель. 10 – Дверца прочистная. 11 – Жаростойкое стекло. 12 – Пульт управления. 13 – Патрубок подающий. 14 – Заслонка дымохода. 15 – Крышка прочистная. 16 – Блок ТЭН. 17 – Патрубок обратный. 18 – Сливной патрубок. 19 – Заслонка воздушная. 20 – Гильза датчика ПУ. 21 – Болт заземления. 22 – патрубок рециркуляции(подающий). 23 – Патрубок рециркуляции(обратный).

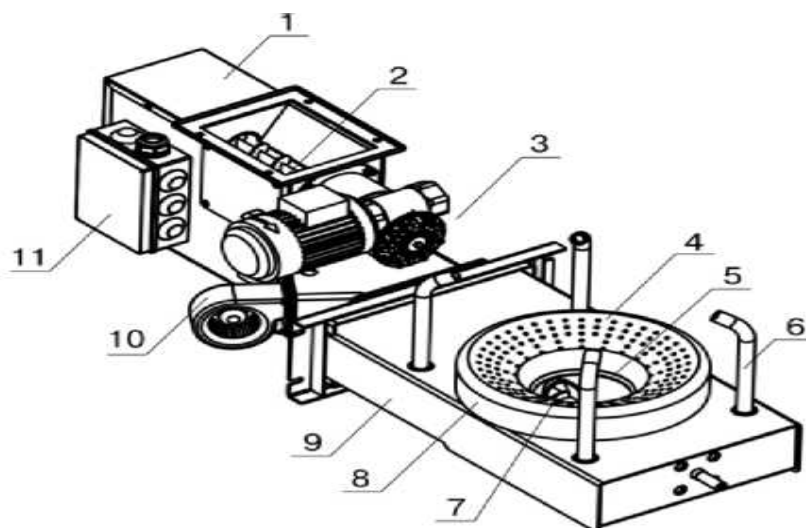


Рис. 2.1.3 Пеллетная горелка с приводом. (1 – корпус привода. 2 – Шнековый механизм. 3 – Электродвигатель. 4 – Чаша. 5 – Нагревательная элемент. 6 – Трубки подачи вторичного воздуха. 7 – Ворошитель. 8 – Тарелка. 9 – Корпус горелки. 10 – Электровентилятор. 11 – Коробка распределительная).

При эксплуатации котла в первую очередь нужно подобрать pellets подходящего качества, для этого нужно обращать внимания на их цвет, наличие пыли и сухость. Использование pellets низкого качества значительно снизит КПД котла и его срок службы. После того, как мы определились с pellets приступаем, непосредственно, к запуску котла. Розжиг котла возможно производить с помощью спичек, бумаги, сухих дров, сухого спирта или автоматически при помощи pellets горелки с приводом. Затем нужно загрузить pellets в бункер и задать необходимые параметры на пульте управления, после чего pellets из бункера, порционного, при помощи шнека будут подаваться в топку. Механизм запущен, остается следить за наличием pellets в бункере и систематически прочищать зольник от остатков процесса горения.

Котёл стальной отопительный, твердотопливный Zota “Carbon” предназначен для теплоснабжения жилых домов и зданий коммунально-бытового назначения, которые оборудованы системами водяного отопления. Основными видами угля являются угли Канско-ачинского угольного бассейна, которые представлены в таблице 3. В котле предусмотрена возможность установки нагревательного элемента (блок ТЭН). Технические характеристики котлов Zota “Carbon” рассмотрены в таблице 2. Транспортировка данных котлов разрешена всеми видами транспортных средств, при условии, что будет организована должная защита и упаковка от механических повреждений. Котёл при транспортировке обязательно должен устанавливаться в вертикальном положении.

Таблица 2 – Технические характеристики котлов Zota“Carbon”

№ п/п	Наименование	Модель котла						
		Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”	Zota “Car Bon 15”
1	Номинальная тепловая мощность, кВт	15	20	26	32	40	50	60
2	Коэффициент полезного действия, %	80						

Окончание таблицы 2.

№ п/п	Наименование	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”	Zota “Car bon 15”
3	Рабочее давление воды в котле, МПа (кг/см ²)	0,3(3,0)						
4	Диапазон мощности, кВт	5-15	7-20	9-26	10-32	13-40	17-50	20-60
5	Рабочий объем воды в котле, л.	48	55	66	78	93	102	121
6	Температура воды в котле, °С	65-95						
7	Температура дымовых газов, °С	100-250						
8	Присоединительный диаметр дымохода, мм, не более	150				180		
9	Присоединительная резьба штуцеров для подвода и отвода воды	G-1 1/2				G-2		
11	-длина	935	1050	1080	1080	1150	1155	1155
	-ширина	465	465	465	580	695	695	815
	-высота	970	970	1090	1090	1090	1170	1190
12	Масса котла, кг, не более	152	176	196	240	284	303	375
14	Разрежение за котлом, Па, не менее	15	20	24	26	30	36	38
15	Высота дымовой трубы, м, не менее	6	7	8	9	11	13	15
16	Сечение дымовой трубы, см ² , не менее	180	200	220	220	260	260	260
17	Потребность котла в воздухе для горения, м ³ /ч	21	32	36	50	62	78	90
18	Объем загрузочной камеры, л	22	30	40	58	76	87	110
19	Разовая загрузка угля, кг, не более	13	24	25	45	58	65	80
20	Время работы котла при полной загрузке углем, час	3,5-9,5	3,5-9,5	4,5-14	3,5-10	4,5-11	4,5-15	5,5-18
21	Ориентировочный расход бурого угля, кг/час (при Q _H ^P =16 МДж/кг и номинальной теплопроизводительности)	4,2	5,6	7,3	9,0	11,3	14,0	16,8

Данный котёл состоит из четырёх основных частей: Корпус, топка, система газоходов дымохода. Корпус котла сделан из стали сварной

конструкции и системой газоходов переходящих в дымоход. На корпусе мы можем наблюдать дверцы, каждая из них служит для отдельных операций: загрузочная, прочистная и шуровочная. Каждая из этих дверей имеет запирающее устройство, которое исключает самопроизвольное открывание. Внутри топки установлены наклонный и шуровочный колосники и шамотные кирпичи. Под колосниками в топке устанавливается зольный ящик. Под экраном находится растопочная заслонка с приводом от рычага, всё это нам показано на рисунке 2.1.4.

В корпус котла встроено рычажное устройство с приводом. С помощью этого устройства возможно производить ручную шуровку угля в топке. В шуровочной дверце котла встроена заслонка подачи первичного воздуха. Так же в комплекте идёт тягорегулятор, установленный на левой стенке котла, который делает регулировку открывания воздушной дверцы, которая в свою очередь служит для подачи воздуха. На главной панели расположен термоманометр. В нижней части котла зачастую может располагаться блок ТЭН, мощность от 3 до 15 кВт. В случае установки блока ТЭН его необходимо подключить к электрической сети через панель управления. Панель позволяет изменять мощность нагревательного элемента.

Розжиг котла производится вручную. Для этого необходимо открыть заслонку дымохода и перевести заслонку растопочную в режим розжига. Далее нужно заполнить топку котла растопочными материалами, такими как бумага и сухие дрова и произвести розжиг. После того как сухие дрова воспламенились нужно открыть загрузочную дверцу и произвести загрузку угля фракции 10-50мм, после загрузки обязательно закрыть дверцу. Для работы котла необходимо настроить тягорегулятор для автоматической регулировки температуры воды в котле, для этого мы вращаем ручку тягорегулятора и устанавливаем её на соответствующую температуру, после чего котёл самостоятельно выйдет на заданные вами параметры. По мере эксплуатации котла в зольнике и на стенках остаются продукты горения, которые необходимо систематически убирать. Таким образом чистку котла

рекомендуется производить не реже 1 раза в неделю, на остывшем до температуры помещения теплоносителе в котле.

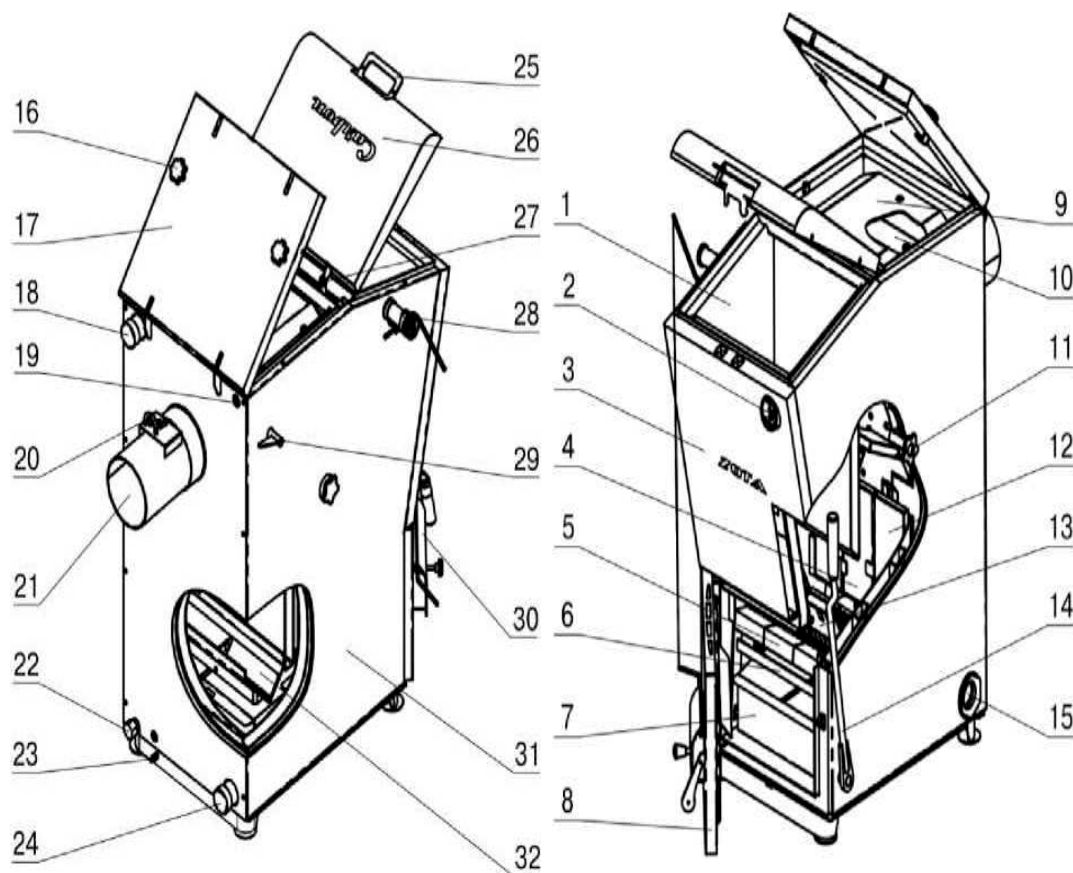


Рис. 2.1.4 Конструкция отопительного котла. (1 – Корпус котла. 2 – Термоманометр. 3 – Кожух передний. 4 – Топка. 5 – Колосник шуровочный. 6 – Шуровка. 7 – Зольный ящик. 8 – Дверца шуровочная. 9 – Экран. 10 – Заслонка растопочная. 11 – Заслонка третичного воздуха. 12 – Шамотный кирпич. 13 – Колосник наклонный. 14 – Рычаг шуровки. 15 – Заглушка отверстия под блок ТЭН. 16 – Кнопка поворотная. 17 – Дверца прочистная. 18 – Патрубок подачи. 19 – Отверстие под датчик температуры. 20 – Заслонка дымохода. 21 – Дымоход. 22 – Патрубок сливной. 23 – Болт заземления. 24 – Патрубок обратки. 25 – Ручка дверцы загрузочной. 26 – Дверца загрузочная. 27 – Гайка регулировка. 28 – Тягорегулятор. 29 – Рычаг заслонки. 30 – Заслонка подачи первичного воздуха. 31 – Кожух боковой. 32 – Крышка люка прочистного).

2.2 Определение максимальных расходов топлива для котлов ZOTA работающих на углях Канско-Ачинского угольного бассейна и древесном топливе.

Для оценки влияния выбросов на приземный слой атмосферы, согласно сертификатам о качестве угля, мной проанализированы показатели угольной продукции и представлены в таблице 3. При расчёте выбросов загрязняющих веществ в приземный слой атмосферу, используются значения серы в топливе на рабочую массу, %, и зольности топлива на рабочую массу, %, низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг. Расчёт проводился по следующим формулам:

Содержание серы в топливе на рабочую массу рассчитывается по формуле:

$$S^P = S^d \cdot \left(\frac{100 - W^r}{100} \right), \%, \quad (1)$$

где S^d – массовая доля серы, % ;

W^r - содержание общей влаги, % .

Зольность топлива на рабочую массу рассчитывается по формуле:

$$A^P = A^d \cdot \left(\frac{100 - W^r}{100} \right), \%, \quad (2)$$

где A^d – зольность топлива, % ;

W^r - содержание общей влаги, % .

Низшая теплота сгорания топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_p^H = \frac{4,187 \cdot Q_j^r}{1000}, \text{МДж/кг}, \quad (3)$$

где Q_j^r – низшая теплота сгорания топлива, Ккал/кг .

Данные и расчёт показателей угля используемого в качестве топлива представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчётные показатели угля и древесного топлива используемого в качестве топлива.

Рассматриваемое топливо (показатели)	Зольность топлива на рабочую массу, A^P , %	Содержание серы в топливе на рабочую массу, S^P , %	Содержания общей влаги, W^f , %	Низшая теплота сгорания топлива, Q_P^H , МДж/кг	Зольность топлива, A^d , %	Массовая доля серы, S^d , %
Уголь Балахтинский	3,9	0,27	21,4	21,1	4,9	0,34
Уголь Переясловский	7	0,42	29,5	17,6	10	0,6
Уголь Березовский	3,2	0,19	35	15,9	5	0,3
Уголь Канский	6,5	0,46	34,2	16,1	10	0,7
Уголь Бородинский	5,34	0,184	32	16,7	7,8	0,27
Уголь Ново-алтатский	5,0	0,161	33,1	16,44	7,2	0,24
Уголь Каменный	9,05	0,42	13,8	23,9	10,5	0,49
Пеллеты	0,43	0,1	8-10	18,21	0,47	0,114
Щепа	0,6	0	8-12	10,24	0,68	0

Далее для оценки влияния выбросов на приземный слой атмосферы, мной разработана программа для определения максимальных расходов топлива для котлов ZOTA работающих на углях Канско-Ачинского угольного бассейна и древесном топливе, при одинаковой температуре. Для расчётов необходимо было проанализировать паспорта котлов ZOTA “Pellet” и ZOTA “Carbon”, данные которых представлены в таблице 4 и 5 соответственно. И на основании предыдущих расчётов таблица 3 и паспортных данных котлов, которые представлены в приложении А произвести расчёты, позволяющие нам увидеть максимальные расходы топлива котлов ZOTA “Pellet” и ZOTA “Carbon” при одинаковой температуре таблица 6 и таблица 7.

Таблица 4 – Паспортные данные для котлов ZOTA “Pellet”.

№ п/п	Показатель	Zota Pellet 15s	Zota Pellet 20s	Zota Pellet 25s	Zota Pellet 32s	Zota Pellet 40s	Zota Pellet 63s	Zota Pellet 100s
Паспортные данные								
1	Номинальная мощность котла, кВт	15	20	25	32	40	63	100
2	КПД	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3	Расход топлива по паспорту пиллеты	3,8	5	6,3	8,2	10,2	15,8	25
4	Расход топлива по паспорту щепа	5	6,6	8,3	10,7	13,4	20,8	33
5	Расход топлива по паспорту пиллеты за 10 ч	38	50	63	82	102	158	250
6	Расход топлива по паспорту щепа за 10 ч	50	66	83	107	134	208	330
7	Время работы при полной загрузке по паспорту	51	38	34	27	21	27	17
8	Объем бункера	296	296	332	332	332	662	662
9	Разовая загрузка	193,8	190	214,2	221,4	214,2	426,6	425

Таблица 5 – Паспортные данные для котлов ZOTA “Carbon”.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
Паспортные данные								
1	Номинальная мощность котла, кВт	15	20	26	32	40	50	60
2	Диапазон мощности, кВт	5-15	7-20	9-26	10-32	13-40	17-50	20-60
3	КПД	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Окончание таблицы 5.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
4	Расход топлива по паспорту, кг/ч	4,2	5,6	7,3	9	11,3	14	16,8
5	Объем загрузочной камеры, л	22	30	40	58	76	87	110
6	Разовая загрузка угля, кг	17	23	30	44	57	65	83
7	Время работы котла при полной загрузке углём	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	5,5

Фактический расход топлива при работе котлов ЗОТА на различных видах топлива определён в зависимости от паспортной мощности котла и теплоты сгорания топлива.

Таблица 6 – Расчётные данные максимальных расходов топлива для котлов ЗОТА “Carbon” работающих на углях Канско-Ачинского угольного бассейна, при одинаковой температуре.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
Уголь Балахтинский								
1	Теплота сгорания, МДж/кг	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
2	Расход топлива фактический кг/ч	3,2	4,2	5,5	6,8	8,6	10,6	12,7
3	Мощность котла, МДж	54	70,1	92,9	114,8	145,2	179	214,3
4	Мощность котла, кВт	15	19,7	25,8	31,9	40,3	49,7	59,5
5	Время работы котла при полной загрузке углём	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6	6,5

Продолжение таблицы 6.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
Уголь Бородинский								
6	Теплота сгорания, МДж/кг	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
7	Расход топлива фактический кг/ч	4	5,4	7	8,6	10,8	13,4	16,1
8	Мощность котла, МДж	53,44	72,1	93,5	114,9	144,3	179,0	215,1
9	Мощность котла, кВт	14,8	20,0	26,0	31,9	40,1	49,7	59,7
10	Время работы котла при полной загрузке углём	4,5	4,5	4,5	5	5,5	5	5
Уголь Переясловский								
11	Теплота сгорания, МДж/кг	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
12	Расход топлива фактический кг/ч	3,8	5,1	6,6	8,2	10,3	12,7	15,3
13	Мощность котла, МДж	53,50	71,80	92,92	115,45	145,02	178,81	215,42
14	Мощность котла, кВт	14,9	19,9	25,8	32,1	40,3	49,7	59,8
15	Время работы котла при полной загрузке углём	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5	5,5
Уголь Березовский								
16	Теплота сгорания, МДж/кг	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
17	Расход топлива фактический кг/ч	4,2	5,6	7,3	9,1	11,4	14,1	16,9
18	Мощность котла, МДж	53,42	71,23	92,85	115,75	145,08	179,35	214,96
19	Мощность котла, кВт	14,8	19,8	25,8	32,2	40,3	49,8	59,7

Продолжение таблицы 6.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
20	Время работы котла при полной загрузке углём	4	4	4	5	5	4,5	5
Уголь Канский								
21	Теплота сгорания, МДж/кг	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1
22	Расход топлива фактический кг/ч	4,2	5,6	7,3	8,9	11,2	13,9	16,7
23	Мощность котла, МДж	54,09	72,12	94,04	114,63	144,25	179,03	215,09
24	Мощность котла, кВт	15,0	20,0	26,1	31,8	40,1	49,7	59,7
25	Время работы котла при полной загрузке углём	4	4	4	5	5	4,5	5
Уголь Ново-алтатский								
26	Теплота сгорания, МДж/кг	16,44	16,44	16,44	16,44	16,44	16,44	16,44
27	Расход топлива фактический кг/ч	4,1	5,5	7,1	8,8	11	13,6	16,4
28	Мощность котла, МДж	53,92	72,33	93,37	115,73	144,6	178,86	215,69
29	Мощность котла, кВт	15,0	20,1	25,9	32,1	40,2	49,7	59,9
30	Время работы котла при полной загрузке углём	4	4	4	5	5	5	5
Уголь Каменный								
31	Теплота сгорания, МДж/кг	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
32	Расход топлива фактический кг/ч	2,8	3,7	4,9	6	7,6	9,4	11,2

Окончание таблицы 6.

№ п/п	Показатель	Zota Carbon 15	Zota Carbon 20	Zota Carbon 26	Zota Carbon 32	Zota Carbon 40	Zota Carbon 50	Zota Carbon 60
33	Мощность котла, МДж	53,53	70,74	93,68	114,7	145,31	179,72	214,14
34	Мощность котла, кВт	14,9	19,7	26,0	31,9	40,4	49,9	59,5
35	Время работы котла при полной загрузке углём	6	6	6	7,5	7,5	7	7,5

Таблица 7 – Расчётные данные максимальных расходов топлива для котлов ZOTA “Pellet” работающих на древесном топливе, при одинаковой температуре.

№ п/п	Показатель	Zota Pellet 15s	Zota Pellet 20s	Zota Pellet 25s	Zota Pellet 32s	Zota Pellet 40s	Zota Pellet 63s	Zota Pellet 100s
Пеллеты								
1	Телота сгорания, МДж/кг	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
2	Плотность	710	710	710	710	710	710	710
3	Расход топлива фактический, кг/ч	3,3	4,4	5,5	7,2	9	13,9	22
4	Мощность котла, МДж	54,054	72,072	90,09	117,936	147,42	227,682	360,36
5	Мощность котла, кВт	15,0	20,0	25,0	32,8	41,0	63,2	100,1
6	Вместимость бункера, кг	210,2	210,2	235,7	235,7	235,7	470,0	470,0
7	Время работы котла при полной загрузке бункера	64	48	43	33	26	34	21
Щепа								
8	Телота сгорания, МДж/кг	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24
9	Плотность	420	420	420	420	420	420	420

Окончание таблицы 7

№ п/п	Показатель	Zota Pellet 15s	Zota Pellet 20s	Zota Pellet 25s	Zota Pellet 32s	Zota Pellet 40s	Zota Pellet 63s	Zota Pellet 100s
10	Расход топлива фактический кг/ч	5,9	7,8	9,8	12,8	15,9	24,7	39,1
11	Мощность котла, МДж	54,37	71,88	90,31	117,96	146,53	227,63	360,34
12	Мощность котла, кВт	15,1	20,0	25,1	32,8	40,7	63,2	100,1
13	Вместимость бункера, кг	124,3	124,3	139,4	139,4	139,4	278,0	278,0
14	Время работы котла при полной загрузке бункера	21	16	14	11	9	11	7

2.3 Определение расходов топлива для котлов ZOTA в зависимости от изменения параметров наружного воздуха.

В зависимости от температуры меняется производительность котла, чтобы сделать расчёт, мной была разработана программа, которая позволяет определять требуемый расход угля в зависимости от изменений температуры наружного воздуха для котлов ZOTA “Carbon” и ZOTA “Pellet”. По результатам расчёта построены графики отражающие зависимость температуры наружного воздуха °С к требуемому расходу угля кг/ч. Графики более детально можно рассмотреть (рисунок 2.3.1-2.3.5).

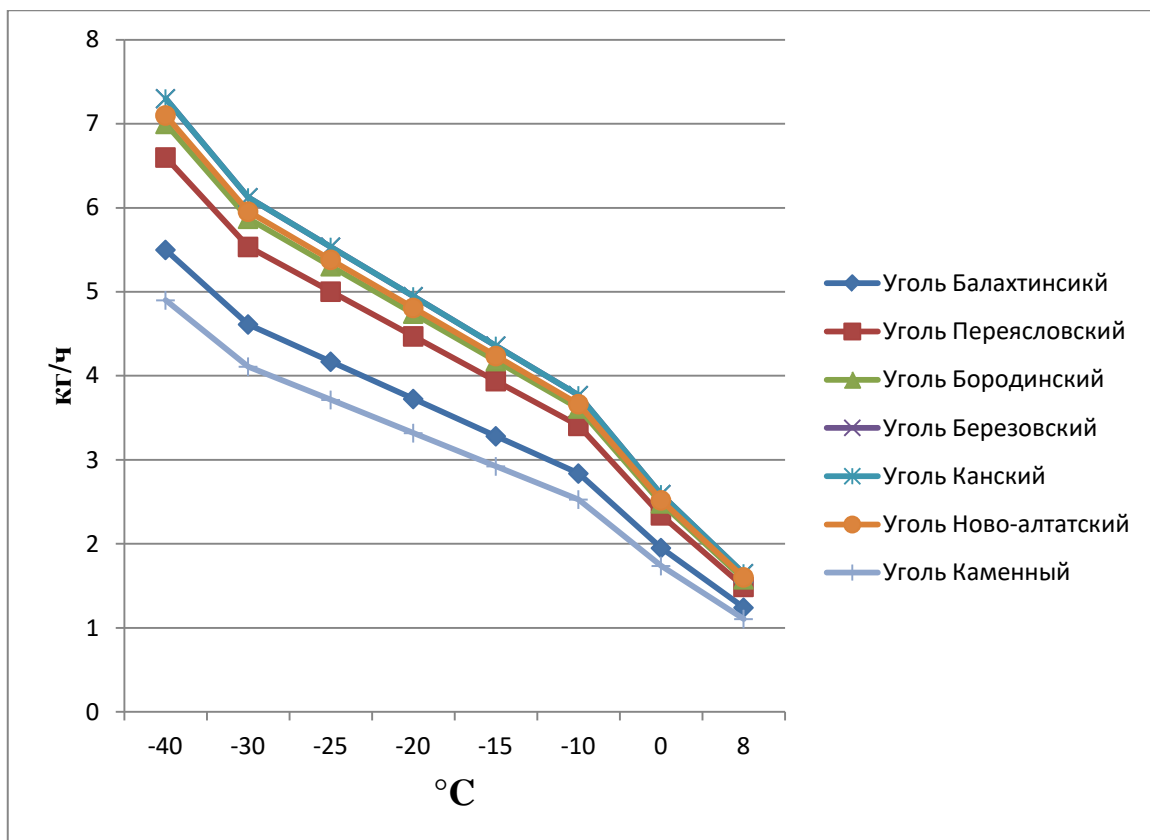


Рисунок 2.3.1 - Зависимость температуры наружного воздуха °C к требуемому расходу угля кг/ч, для котла ZOTA “Carbon 26”.

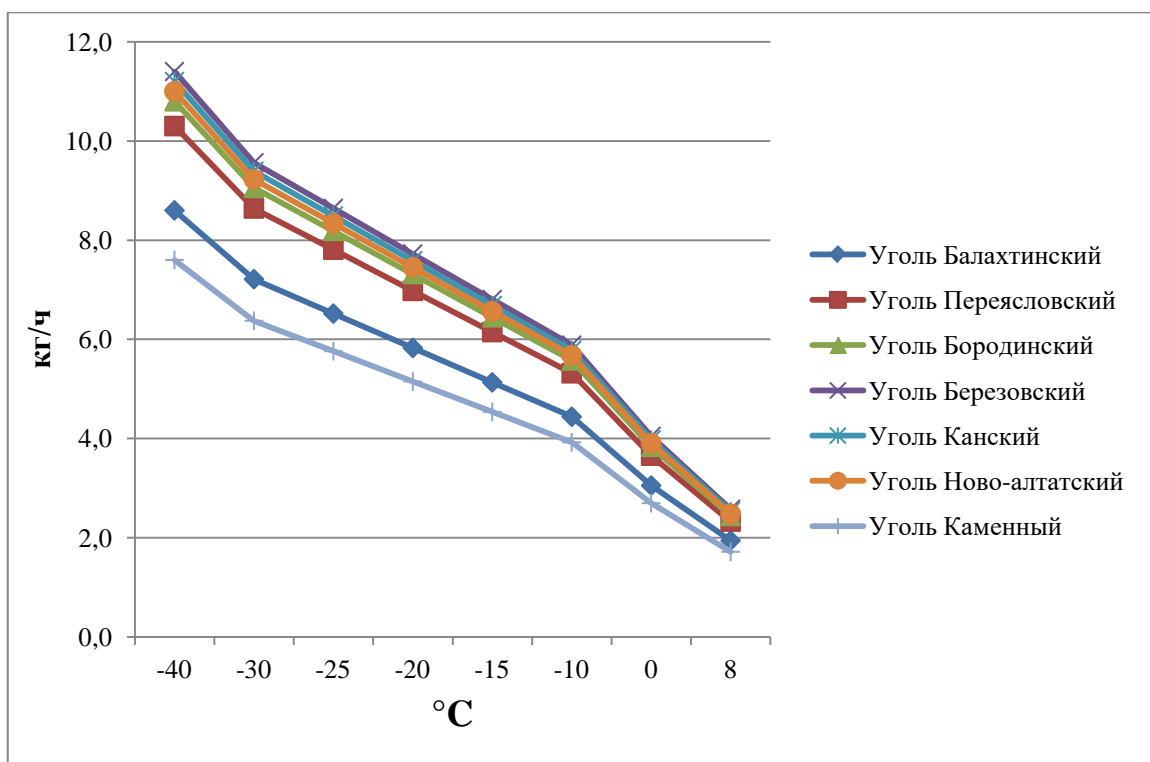


Рисунок 2.3.2 - Зависимость температуры наружного воздуха °C к требуемому расходу угля кг/ч, для котла ZOTA “Carbon 40”.

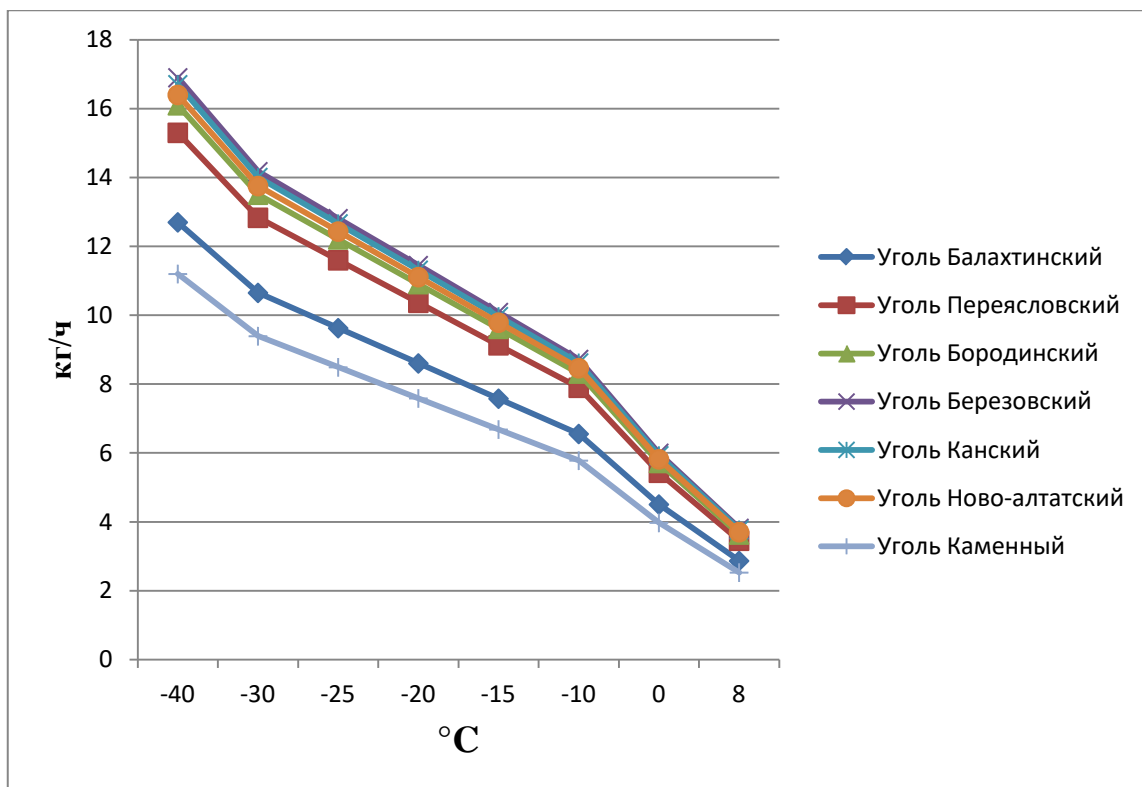


Рисунок 2.3.3 - Зависимость температуры наружного воздуха °С к требуемому расходу угля кг/ч, для котла ZOTA “Carbon 60”.

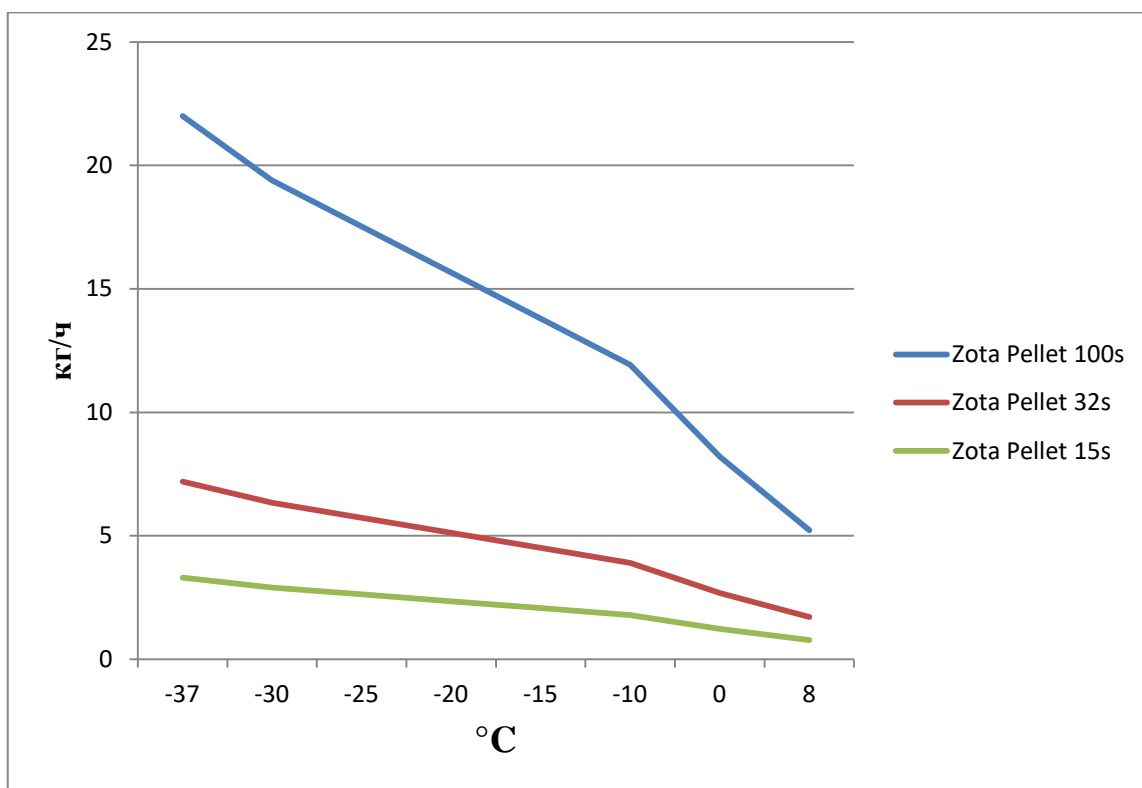


Рисунок 2.3.4 - Зависимость температуры наружного воздуха °С к требуемому расходу пеллет кг/ч, для котлов ZOTA “Pellet 100s”, ZOTA “Pellet 32s”, ZOTA “Pellet 15s”.

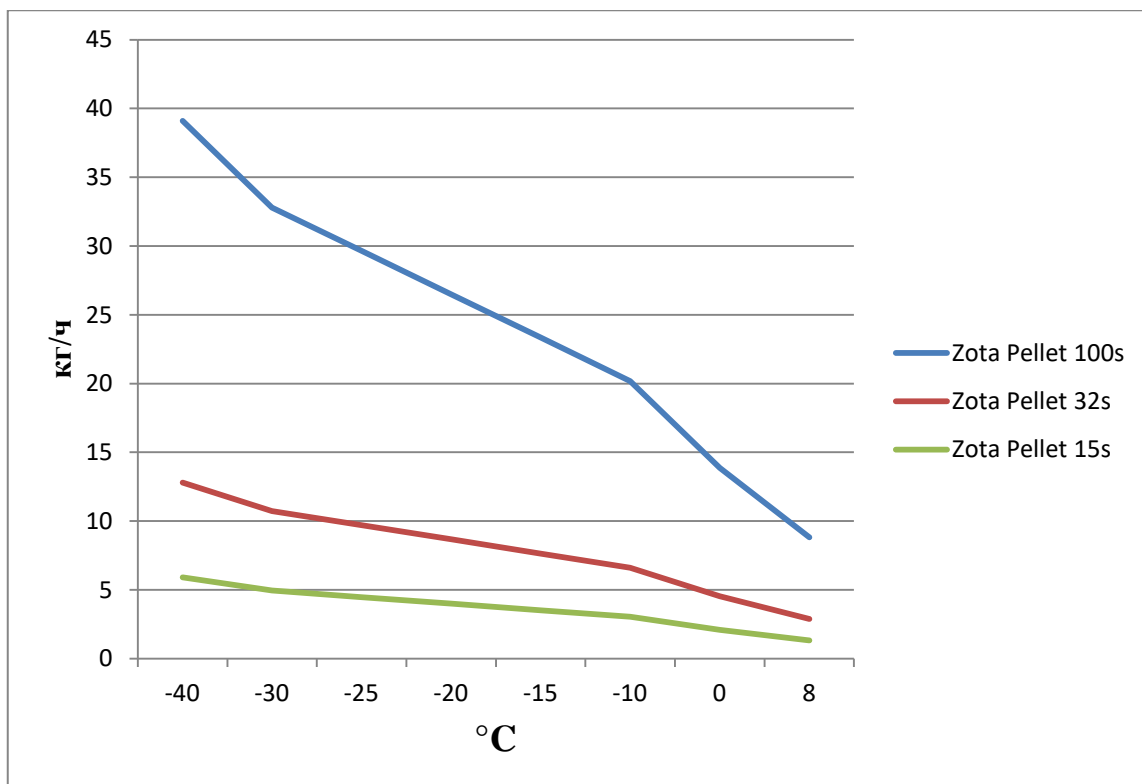


Рисунок 2.3.5 - Зависимость температуры наружного воздуха °C к требуемому расходу щепы кг/ч, для котлов ZOTA “Pellet 100s” 100s, ZOTA “Pellet 32s”, ZOTA “Pellet 15s”.

3 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

3.1 Влияние выбросов в атмосферу при работе автономных источников теплоснабжения на угле и древесном виде топлива.

Расчёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании твердого вида топлива.

Расчет выбросов оксидов азота, при слоевом сжигании твердого топлива.

При сжигании углей в атмосферу выбрасываются вредные вещества такие как: Диоксид азота, оксид азота, углерод(сажа), диоксид серы, оксид углерода, неорганическая пыль и другие.

Расчёт выбросов вредных веществ в атмосферу проводился по методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, при сжигании топлива в котла производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20Гкал в час [45].

Для котлов производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час максимально разовый выброс с дымовыми газами суммарного количество оксидов азота производится по формуле:

$$G_{NO_x} = B_P^C Q_P^H K_{NO_x}^{T MAX} (1 - \beta_R), \text{ г/с}, \quad (4)$$

где B_P^C - расчетный расход топлива, кг/с;

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

$K_{NO_x}^{T MAX}$ - максимальный удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж;

β_R - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота.

Расчетный расход топлива рассчитывается по формуле:

$$B_P^C = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B^C, \text{ кг/с}, \quad (5)$$

где q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %, табл.В1 [45];

B^C – максимальный расход топлива, кг/с.

Максимальный удельный выброс оксидов азота при сжигании твердого топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_x}^{T \text{ MAX}} = 0,011 \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100}\right)^4 \sqrt{Q_P^H q_R^{MAX}}, \text{ г/МДж}, \quad (6)$$

где α_T - коэффициент избытка воздуха и топке, с.13 [45];

R_6 - характеристика гранулометрического состава угля - остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %;

q_R^{MAX} - максимальное тепловое напряжение зеркала горения, МВт/м².

Максимальное тепловое напряжение зеркала горения рассчитывается по формуле:

$$q_R^{MAX} = \frac{Q_T^{MAX}}{F}, \text{ МВт/м}^2, \quad (7)$$

где Q_T^{MAX} – максимальная фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу при максимальной нагрузке, МВт;

F – зеркало горения, м².

Максимальная фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу рассчитывается по формуле:

$$Q_T^{MAX} = B_P^C Q_P^H, \text{ МВт.} \quad (8)$$

Безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота рассчитывается по формуле:

$$\beta_R = 0,16\sqrt{r}, \quad (9)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %.

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие (с учетом различия в молекулярной массе этих веществ): $G_{NO_2} = 0,8G_{NO_x}$, г/с, $G_{NO} = 0,13G_{NO_x}$, г/с.

Расчет выбросов оксидов серы, при слоевом сжигании твердого топлива

Максимально разовый выброс оксидов серы, в перерасчете на серу диоксид производится по формуле:

$$G_{SO_2} = 0,02 \cdot B^C \cdot S^P \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \text{ г/с,} \quad (10)$$

где B^C – максимальный расход топлива, г/с;

S^P – содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} – доля оксидов серы связанных с летучей золой в котле, с.17 [45];

η''_{SO_2} – доля оксидов серы улавливаемых в мокрых золоуловителях, с.17 [45].

Расчет выбросов оксида углерода, при слоевом сжигании твердого топлива

Максимально разовый выброс оксида углерода производится по формуле:

$$G_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B^C \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \text{ г/с}, \quad (11)$$

где C_{CO} - выход окиси углерода при сжигании топлива, г/кг, определяется по формуле $C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_P^H$,

q_3 - потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, %, табл.В1 [45];

R - коэффициент, учитывающий потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, для твердого топлива $R = 1$ с.18 [45];

q_4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, %, табл.В1 [45];

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

B^C - максимальный расход топлива, г/с.

Расчет выбросов твердых частиц, при слоевом сжигании твердого топлива.

Максимально разовый суммарный выброс твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) производится по формуле:

$$G_{TB} = 0,01B^C \left[\alpha_{yH} A^P + q_4^{yH} \frac{Q_P^H}{32,68} \right] \left(1 - \frac{\eta_{3y}}{100} \right), \text{ г/с}, \quad (12)$$

где B^C - максимальный расход топлива, г/с;

α_{yH} - доля золы, уносимой газами из топки котла;

A^P - зольность топлива на рабочую массу, %;

q_4^{yH} - потери теплоты при уносе вследствие механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

η_{3y} - доля твердых частиц от их общего количества, улавливаемых в золоуловителях, %.

Максимально разовый выброс летучей золы (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 70-20 %) рассчитывается по формуле:

$$G_3 = 0,01B^C \alpha_{yH} A^P \left(1 - \frac{\eta_{3y}}{100}\right), \text{ г/с.} \quad (13)$$

Максимально разовый выброс коксовых остатков (углерод черный (сажа)) рассчитывается по формуле :

$$G_K = G_{TB} - G_3 \text{ г/с.} \quad (14)$$

Расчёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании древесного топлива.

При сжигании древесного топлива в атмосферу поступают такие вещества как: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, твёрдые вещества.

Расчёт выбросов проведен согласно методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час, Москва, 1999, [45].

Расчет выбросов оксидов азота, при сжигании древесного топлива щепы и пеллет, в котлах малой мощности.

Максимально разовый выброс с дымовыми газами суммарного количество оксидов азота производится по формуле:

$$G_{NO_x} = B_P^C Q_P^H K_{NO_2}^{T_{MAX}} (1 - \beta_R), \text{ г/с,} \quad (15)$$

где B_P^C - расчетный расход топлива, кг/с;

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

$K_{NO_2}^{T \text{ MAX}}$ - максимальный удельный выброс оксидов азота, г/МДж;

β_R - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота.

Расчетный расход топлива рассчитывается по формуле:

$$B_P^C = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B^C, \text{ кг/с}, \quad (16)$$

где q_4 - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;

B^C – максимальный расход топлива, кг/с.

Максимальный удельный выброс оксидов азота рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_2}^{T \text{ MAX}} = 0,011 \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100}\right) \sqrt[4]{Q_P^H q_R^{MAX}}, \text{ г/МДж}, \quad (17)$$

где α_T - коэффициент избытка воздуха и топке;

R_6 - характеристика гранулометрического состава топлива - остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %;

q_R^{MAX} - максимальное тепловое напряжение зеркала горения, МВт/м².

Максимальное тепловое напряжение зеркала горения рассчитывается по формуле:

$$q_R^{MAX} = Q_T^{MAX} / F, \text{ МВт/м}^2, \quad (18)$$

где Q_T^{MAX} – максимальная фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу при максимальной нагрузке, МВт;

F – зеркало горения, м^2 .

Максимальная фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу рассчитывается по формуле:

$$Q_T^{MAX} = B_P^C Q_P^H, \text{ МВт.} \quad (19)$$

Безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота рассчитывается по формуле:

$$\beta_R = 0,16\sqrt{r}, \quad (20)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %.

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие (с учетом различия в молекулярной массе этих веществ): $G_{NO_2} = 0,8G_{NO_x}$, г/с, $G_{NO} = 0,13G_{NO_x}$, г/с.

Расчет выбросов оксида углерода, при сжигании древесного топлива щепы и пеллет, в котлах малой мощности.

Максимально разовый выброс оксида углерода производится по формуле:

$$G_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B^C \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \text{ г/с,} \quad (21)$$

где C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива, г/кг, определяется по формуле $C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_P^H$,

q_3 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

R – коэффициент, учитывающий потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, для твердого топлива $R=1$ с.18 [18];

q_4 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;
 B^C – максимальный расход топлива, г/с.

**Расчет выбросов твердых частиц, при сжигании, при сжигании
 древесного топлива щепы и пеллет, в котлах малой мощности.**

Максимально разовый суммарный выброс твердых частиц производится по формуле:

$$G_{TB} = 0,01B^C \left[\alpha_{yH} A^P + q_4^{yH} \frac{Q_P^H}{32,68} \right] \left(1 - \frac{\eta_{zy}}{100} \right), \text{ г/с}, \quad (22)$$

где B^C – максимальный расход топлива, г/с;

α_{yH} - доля золы, уносимой газами из котла;

A^P - зольность топлива на рабочую массу, %;

q_4^{yH} - потери теплоты при уносе вследствие механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_P^H - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг;

η_{zy} - доля твердых частиц от их общего количества, улавливаемых в золоуловителях, %.

Максимально разовый выброс летучей золы (взвешенные вещества) рассчитывается по формуле:

$$G_3 = 0,01B^C \alpha_{yH} A^P \left(1 - \frac{\eta_{zy}}{100} \right), \text{ г/с}. \quad (23)$$

Максимально разовый выброс коксовых остатков (углерод (сажа)) определяется по формуле: $G_K = G_{TB} - G_3$, г/с.

Произведем расчёт для котла «ZOTA Carbon 26», при использовании Переясловского угля «Канско-ачинского» угольного бассейна.

Расчет максимально разовых выбросов окислов азота.

Максимальный расход топлива составляет:

$$B^C = \frac{B^{MAX} \cdot 1000}{3600} = \frac{0,0066 \cdot 1000}{3600} = 0,0018 \text{ кг/с}.$$

Расчетный расход топлива составляет:

$$B_P^C = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B^C = \left(1 - \frac{8,0}{100}\right) \cdot 0,0018 = 0,0017 \text{ кг/с.}$$

Фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу составляет:

$$Q_T^{MAX} = B_P^C Q_P^H = 0,0017 \cdot 17,6 = 0,0299 \text{ МВт.}$$

Тепловое напряжение зеркала горения составляет:

$$q_R^{MAX} = \frac{Q_T^{MAX}}{F} = \frac{0,0299}{0,105} = 0,2861 \text{ МВт/м}^2.$$

Максимальный удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива составляет:

$$\begin{aligned} K_{NO_x}^{T MAX} &= 0,011 \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100}\right)^4 \sqrt{Q_P^H q_R^{MAX}} = \\ &= 0,011 \cdot 2,5 \cdot \left(1 + 5,46 \frac{100 - 40}{100}\right)^4 \sqrt{17,6 \cdot 0,2861} = 0,1761 \text{ г/МДж.} \end{aligned}$$

Значение безразмерного коэффициента, учитывающего влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота составляет $\beta_R = 0,16\sqrt{r} = \beta_R = 0,16\sqrt{0} = 0$.

Суммарное количество окислов азота, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами составляет:

$$\begin{aligned} G_{NO_x} &= B_P^C Q_P^H K_{NO_x}^{T MAX} (1 - \beta_R) = 0,0018 \cdot 17,6 \cdot 0,1761 \cdot (1 - 0) \\ &= 0,00526 \text{ г/с.} \end{aligned}$$

В связи с установленными отдельными ПДК, для оксида и диоксида азота, и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе, суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие.

Выбросы диоксида азота составляют:

$$G_{NO_2} = 0,8 G_{NO_x} = 0,8 \cdot 0,00526 = 0,00421 \text{ г/с.}$$

Выбросы оксида азота составляют:

$$G_{NO} = 0,13 G_{NO_x} = 0,13 \cdot 0,00526 = 0,00068 \text{ г/с.}$$

Расчет выбросов оксидов серы, при слоевом сжигании твердого топлива.

Максимальный расход топлива составляет:

$$B^C = \frac{B^{MAX} \cdot 1000000}{3600} = \frac{0,0066 \cdot 1000000}{3600} = 1,8 \text{ г/с.}$$

Максимально разовый выброс оксидов серы, в перерасчете на серу диоксид составляет:

$$\begin{aligned} G_{SO_2} &= 0,02 \cdot B^C \cdot S^P \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}) = \\ &= 0,02 \cdot 1,8 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,2) \cdot (1 - 0) = 0,01296 \text{ г/с.} \end{aligned}$$

Расчет выбросов оксида углерода, при слоевом сжигании твердого топлива.

Максимально разовый выброс оксида углерода производится по формуле:

$$\begin{aligned} G_{CO} &= 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B^C \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 35,2 \cdot 1,8 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) \\ &= 0,05829, \text{ г/с,} \end{aligned}$$

где C_{CO} - выход окиси углерода при сжигании топлива, г/кг, определяется по формуле $C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_P^H = 2 \cdot 1 \cdot 17,6 = 35,2$,

Расчет выбросов твердых частиц, при слоевом сжигании твердого топлива.

Максимально разовый суммарный выброс твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) составляет:

$$\begin{aligned} G_{TB} &= 0,01 B^C \left[\alpha_{YH} A^P + q_4^{YH} \frac{Q_P^H}{32,68} \right] \left(1 - \frac{\eta_{ZY}}{100}\right) \\ &= 0,01 \cdot 1,8 \cdot \left[0,11 \cdot 8 + 1,09 \cdot \frac{17,6}{32,68} \right] \cdot 1 = 0,02640, \text{ г/с,} \end{aligned}$$

Максимально разовый выброс летучей золы (пыль неорганическая с содержанием SiO_2 70-20 %) рассчитывается по формуле:

$$G_3 = 0,01 B^C \alpha_{YH} A^P \left(1 - \frac{\eta_{ZY}}{100}\right) = 0,010 \cdot 1,8 \cdot 0,11 \cdot 8 \cdot 1 = 0,01584, \text{ г/с.}$$

Максимально разовый выброс коксовых остатков (углерод черный (сажа)) рассчитывается по формуле:

$$G_K = G_{TB} - G_3 = 0,02640 - 0,01584 = 0,01056 \text{ г/с.}$$

Для остальных видов углей и древесного топлива расчёт максимально разовых выбросов проводится аналогично. Сравнение максимально разовых

выбросов для котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» представлены на рисунках 3.1-3.6, а так же сравнение максимально разовых выбросов при работе котла «ZOTA Pellet 100» на пеллетах и углях представлены на рисунках 3.7-3.11.

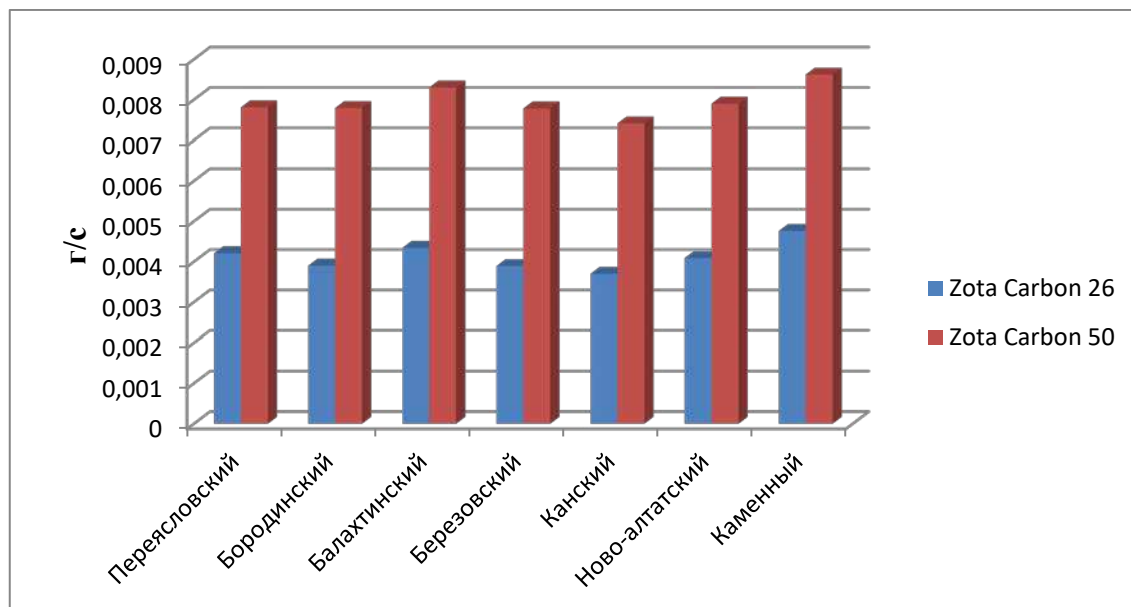


Рисунок 3.1 – Максимально разовые выбросы диоксида азота при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

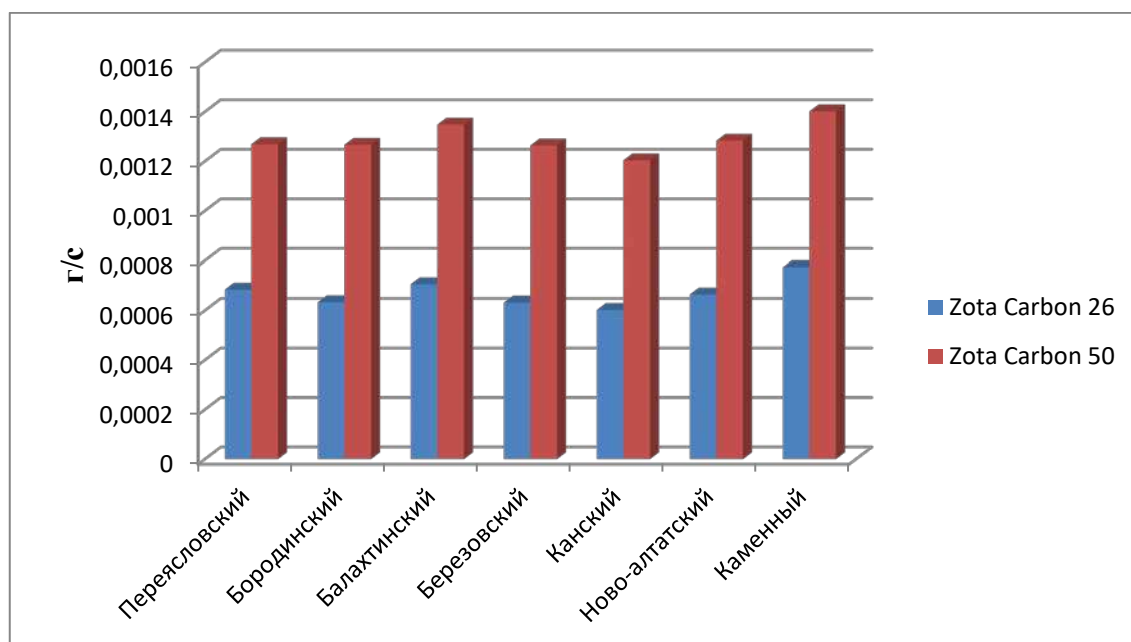


Рисунок 3.2 – Максимально разовые выбросы оксида азота при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

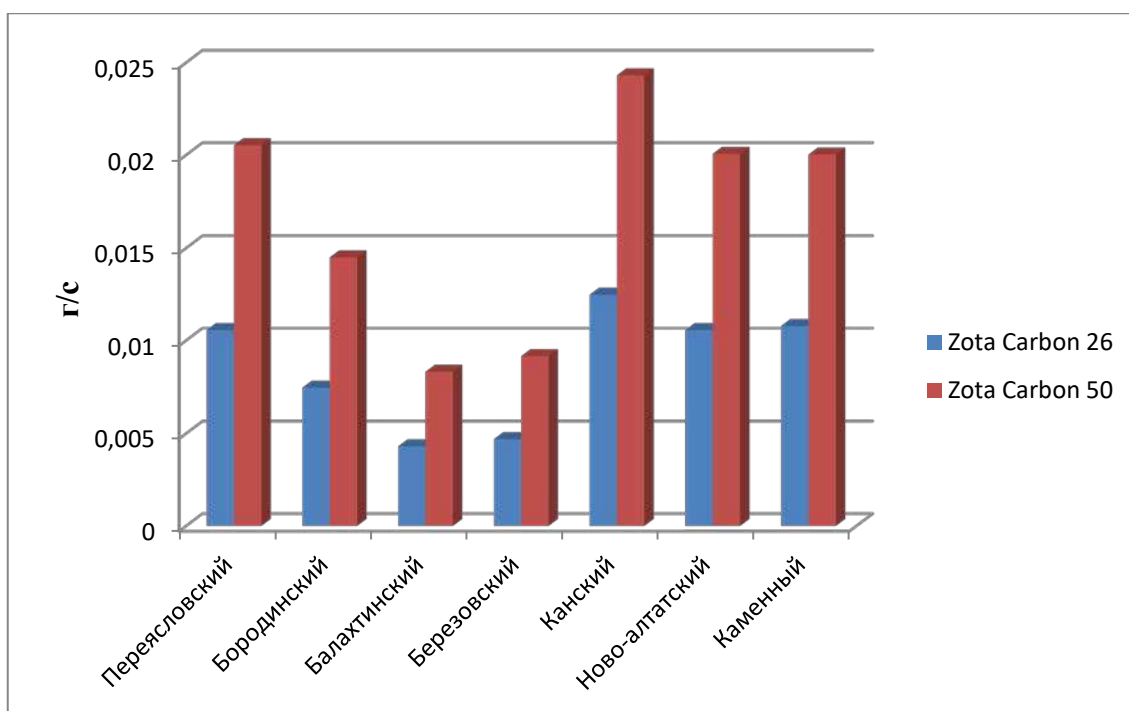


Рисунок 3.3 – Максимально разовые выбросы сажи при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

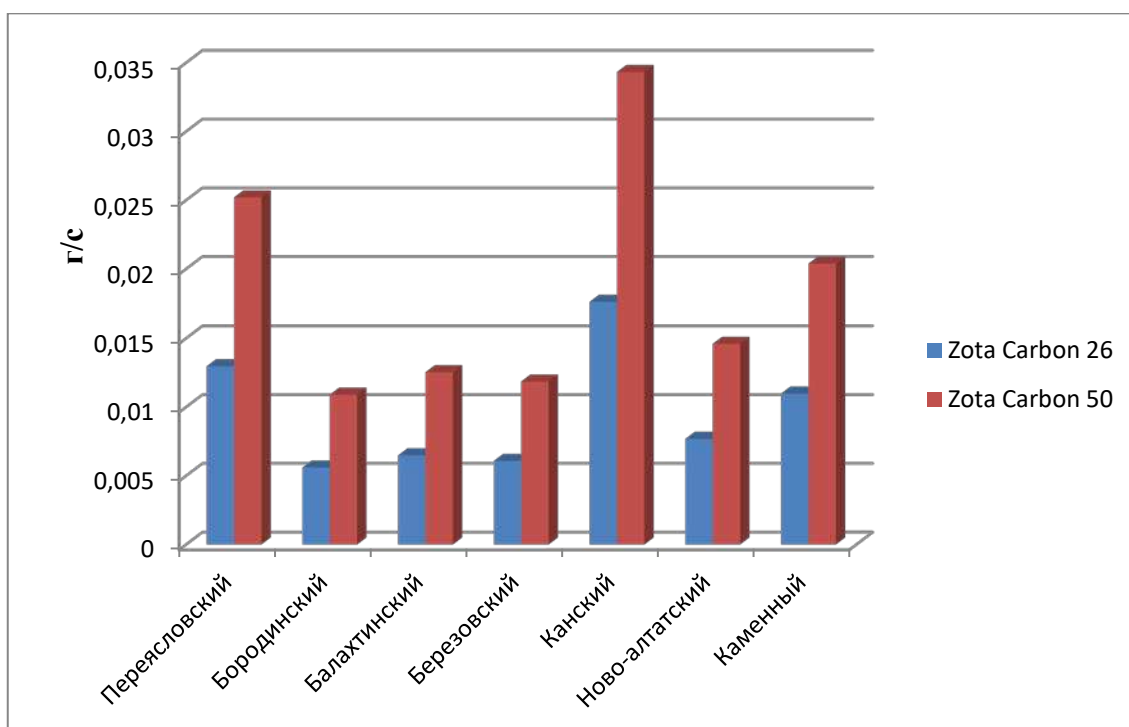


Рисунок 3.4 – Максимально разовые выбросы диоксида серы при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

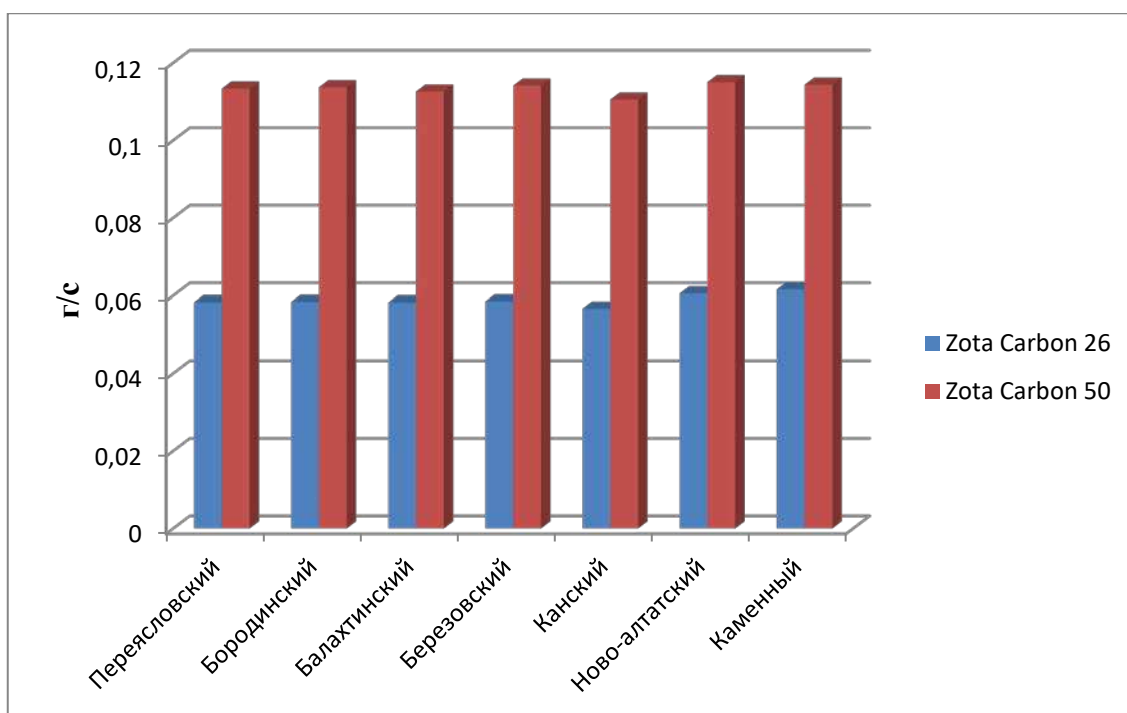


Рисунок 3.5 – Максимально разовые выбросы оксида углерода при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

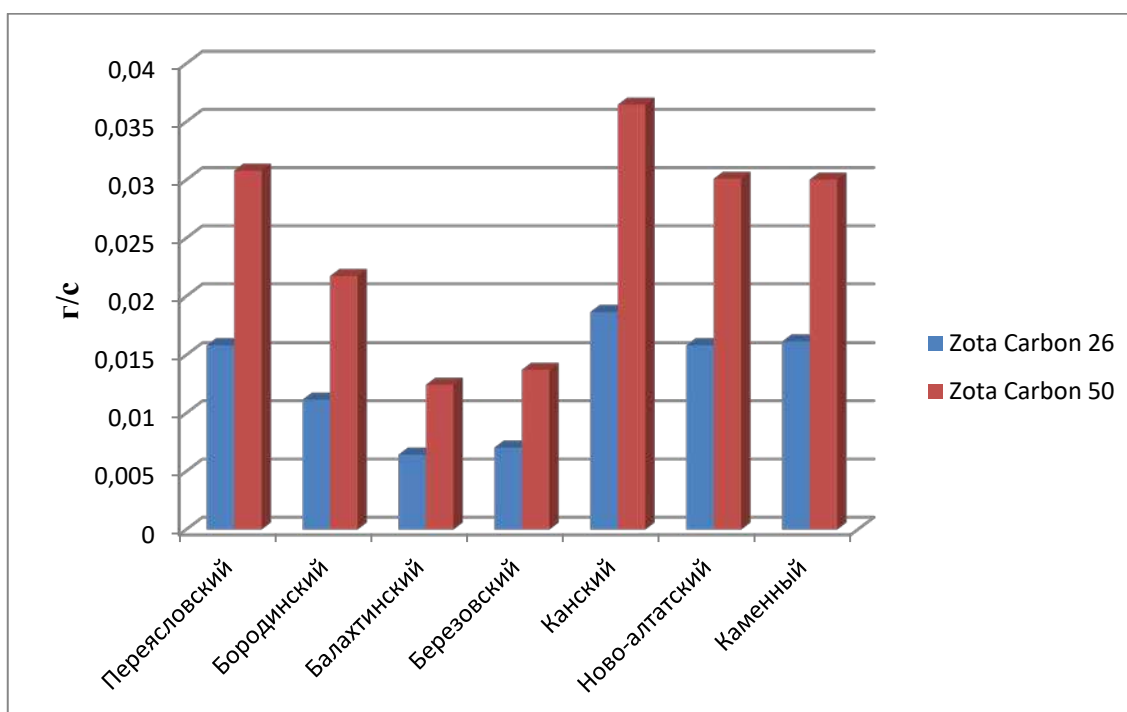


Рисунок 3.6 – Максимально разовые выбросы неорганической пыли при работе котлов «ZOTA Carbon 26» и «ZOTA Carbon 50» на углях Канско-ачинского угольного бассейна.

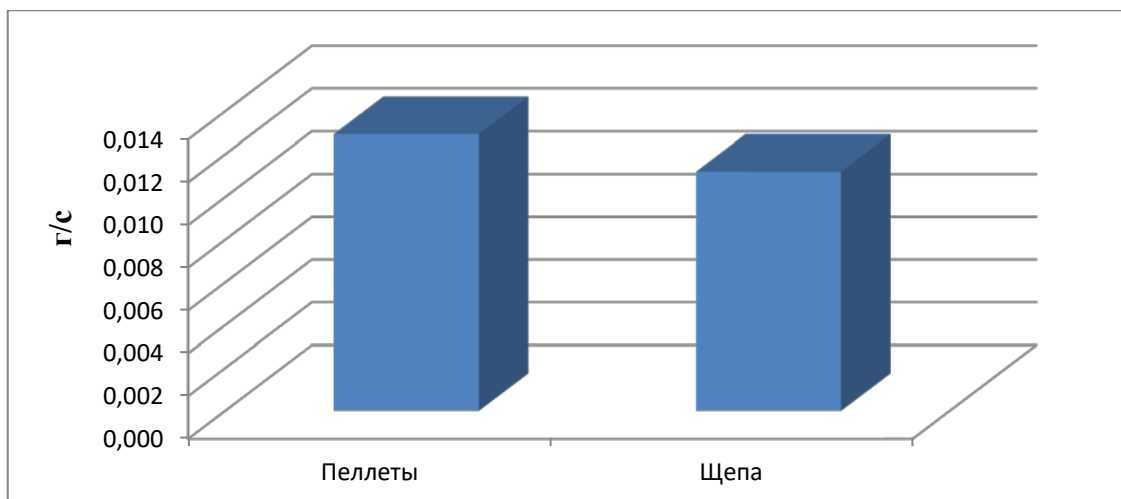


Рисунок 3.7 – Максимально разовые выбросы диоксида серы при работе котла «ZOTA Pellet 100» на древесном топливе.

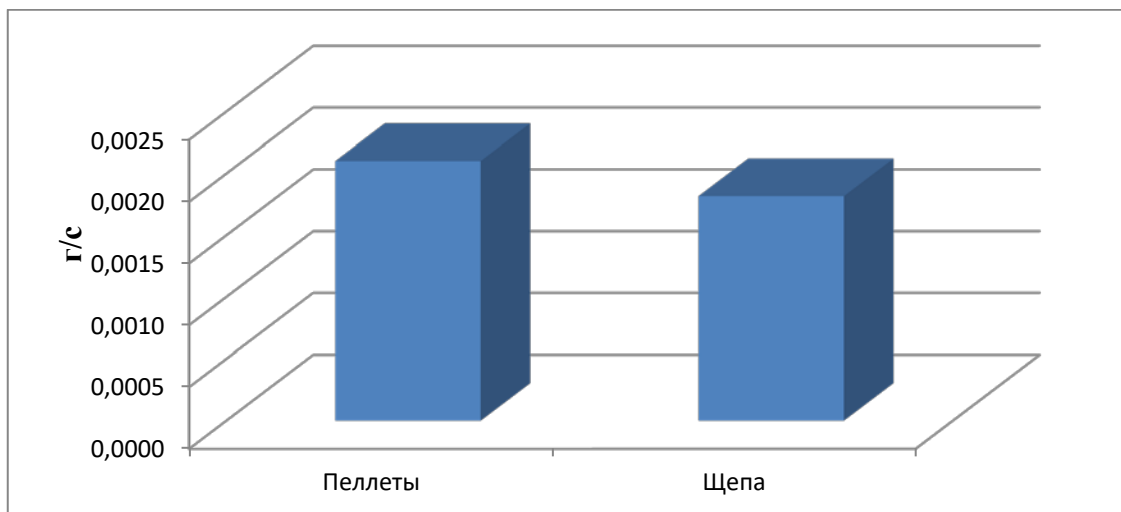


Рисунок 3.8 – Максимально разовые выбросы оксида серы при работе котла «ZOTA Pellet 100» на древесном топливе.

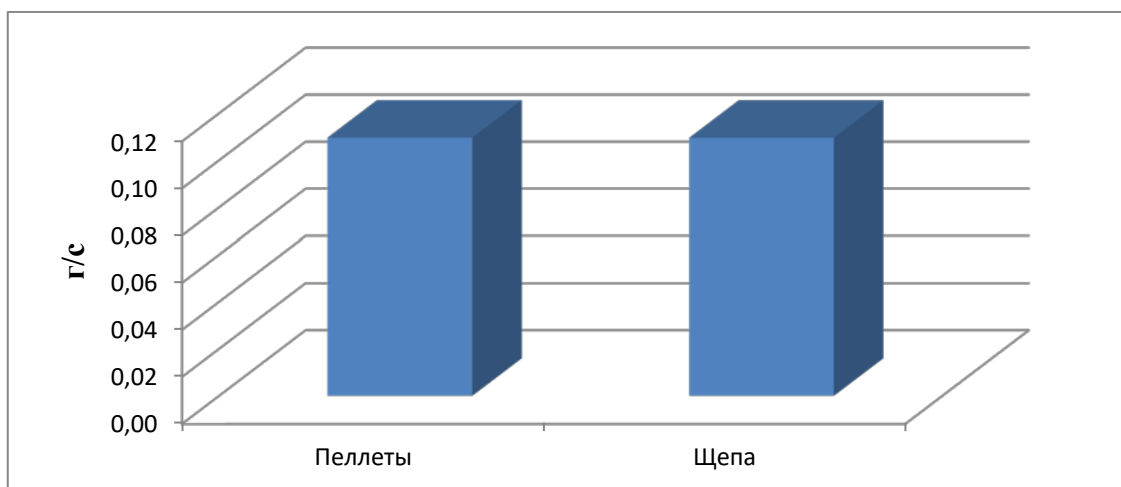


Рисунок 3.9 – Максимально разовые выбросы оксида углерода при работе котла «ZOTA Pellet 100» на древесном топливе.

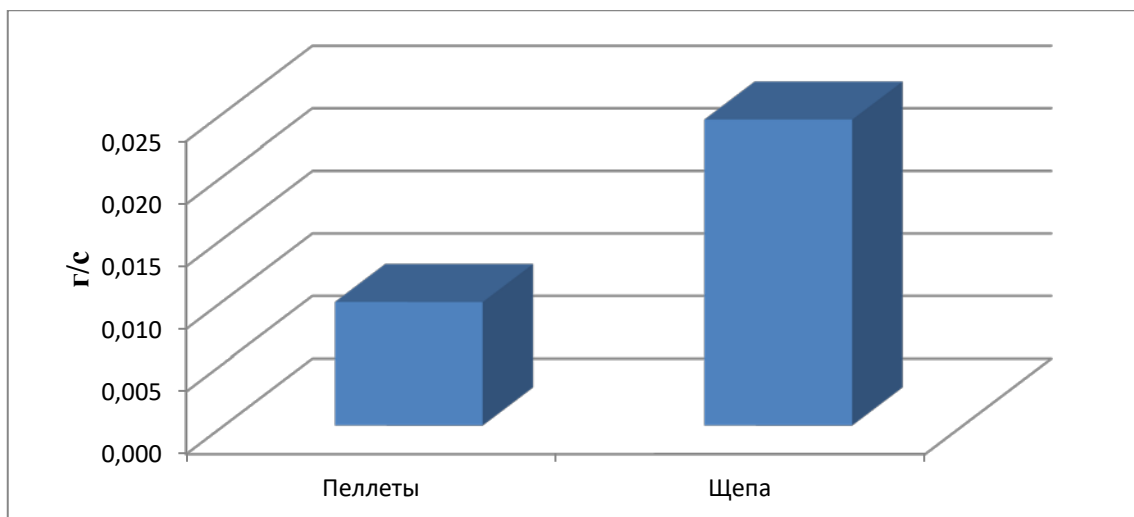


Рисунок 3.10 – Максимально разовые выбросы сажи при работе котла «ZOTA Pellet 100» на древесном топливе.

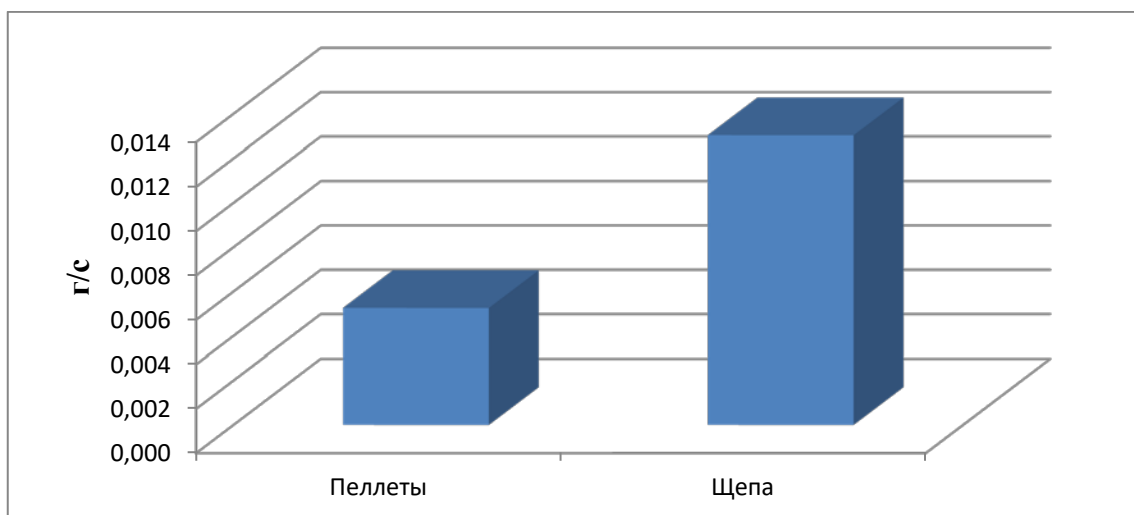


Рисунок 3.11 – Максимально разовые выбросы неорганической пыли при работе котла «ZOTA Pellet 100» на древесном топливе.

3.2 Определение приземных концентраций загрязняющих веществ с использованием программного комплекса УПРЗА «Эколог».

При работе автономных источников теплоснабжения в атмосферу поступают различные загрязняющие вещества. Для выполнения гигиенических нормативов качества приземного слоя атмосферы по содержанию в нем загрязняющих веществ, проводится оценка величины приземных концентраций этих примесей. Такая оценка делается расчетным путем на основании расчетной схемы нормативной методики [46], с помощью унифицированной программы для ЭВМ. Экспертный расчет загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ выполнялся по программе «УПРЗА Эколог» (версия 4.60.2.2), которая выполнена во исполнение приказа Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 [46]. Программа позволяет дать оценку загрязнения атмосферы вредными веществами, создаваемого источниками нагретых выбросов. Для наиболее опасного направления ветра в табличной форме выдается распределение концентраций вредных веществ на заданной местности. Предусмотрена возможность расчетов, как по отдельным вредным веществам, так и по их суммарному действию. Результатом расчета загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ по программе «УПРЗА Эколог» являются карты загрязнения приземного слоя атмосферы в виде изолиний в долях от ПДК на заданной местности.

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (24)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе;

M - масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе;

m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

H - высота источника выброса, м;

V_i - расход ГВС, определяемый по формуле (4), м³/с;

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0 \quad (25)$$

T - разность между температурой выбрасываемой ГВС T - и температурой атмосферного воздуха T_v , °С.

где D - диаметр устья источника выброса, м;

w_0 - средняя скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

На основании материалов проведенных в главе 3.1 при сжигании твердых топлив в атмосферу выбрасываются следующие вредные вещества: Диоксид азота, оксид азота, углерод(сажа), диоксид серы, оксид углерода, твердые частицы несгоревшего топлива, которые классифицируются при сжигании углей как неорганическая пыль с содержанием SiO₂ 70-20%, а при сжигании древесного топлива как взвешенные вещества. Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха.

Код	Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДК м/р, мг/м ³	ПДК с/с, мг/м ³
0301	Азота диоксид	3	0,2	0,04
0304	Азота оксид	3	0,4	0,06
0328	Углерод(Сажа)	3	0,15	0,05
0330	Сера диоксид	3	0,5	0,05
0337	Углерод оксид	4	5,0	3,0
2908	Пыль неорганическая: 70-20 SiO ₂	3	0,3	0,1
2902	Взвешенные вещества	3	0,5	0,15

Оценка загрязнения приземного слоя атмосферы производилась для теплоисточников условно расположенных в г. Красноярске. Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере в г. Красноярск и его пригородной зоне приняты согласно сведениям приведенным в таблице 9.

Таблица 9 – Метеорологические характеристики рассеивания веществ и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, А	200
Коэффициент рельефа местности	1,1
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца, °С	24,4
Средняя температура наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), °С	-16,5
Среднегодовая роза ветров, %	
С	3,0
СВ	6,0
В	5,0
ЮВ	2,0
Ю	13,0
ЮЗ	44,0
З	22,0
СЗ	5,0
Скорость ветра, повторяемость превышения которой по многолетним данным составляет 5%, м/сек	6,5

Для оценки загрязнения приземного слоя атмосферы при использовании различных топлив в котлах ZOTA, на первом этапе проведены экспертные расчёты рассеивания по всем котлам с использованием всех видов топлив рассматриваемых в работе. Результаты расчёта при использовании Балахтинского угля приведены в таблице 10. Высота дымовой трубы принималась на основании сведений приведенных в таблице 2.

Таблица 10 – Результаты расчётов оценки загрязнения приземного слоя атмосферы при использовании Балахтинского угля.

Наименования вещества	ZOTA “Carbon 15”	ZOTA “Carbon 20”	ZOTA “Carbon 26”	ZOTA “Carbon 32”	ZOTA “Carbon 40”	ZOTA “Carbon 50”	ZOTA “Carbon 60”
Азота диоксид	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
Азота оксид	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Углерод (сажа)	0,1	0,09	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04
Сера диоксид	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Оксид углерода	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
Пыль неорганическая : 70-20% SiO ₂	0,22	0,19	0,16	0,15	0,12	0,09	0,08

В результате выявлено, что наибольшее приземные концентрации образуются при работе котлов ZOTA “Carbon 20” и ZOTA “Carbon 15”. При работе более мощных котлов за счёт высоты дымовой трубы, максимальные приземные концентрации образуются на большем расстоянии от дымовой трубы и имеют меньшее значение. Результаты расчёта отображены в графическом формате на рисунках 3.12-3.14.

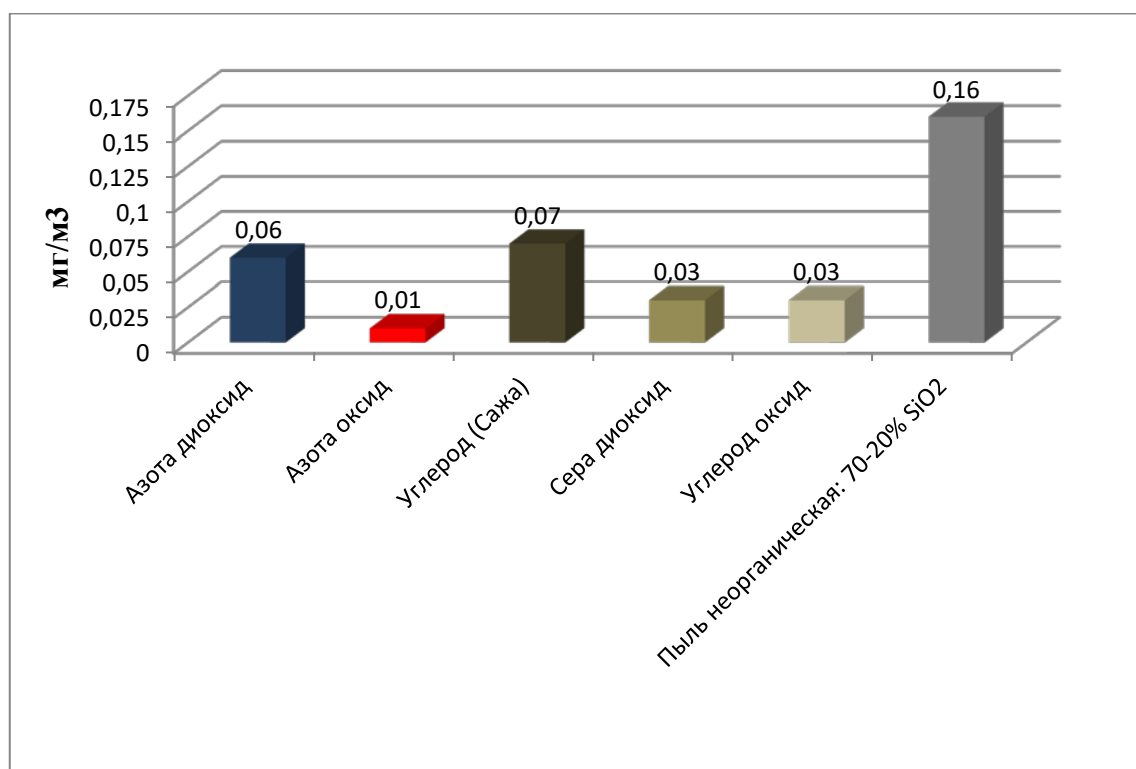


Рисунок 3.12 – Максимальные приземные концентрации при работе котла ZOTA “Carbon 26” на Балахтинском угле.

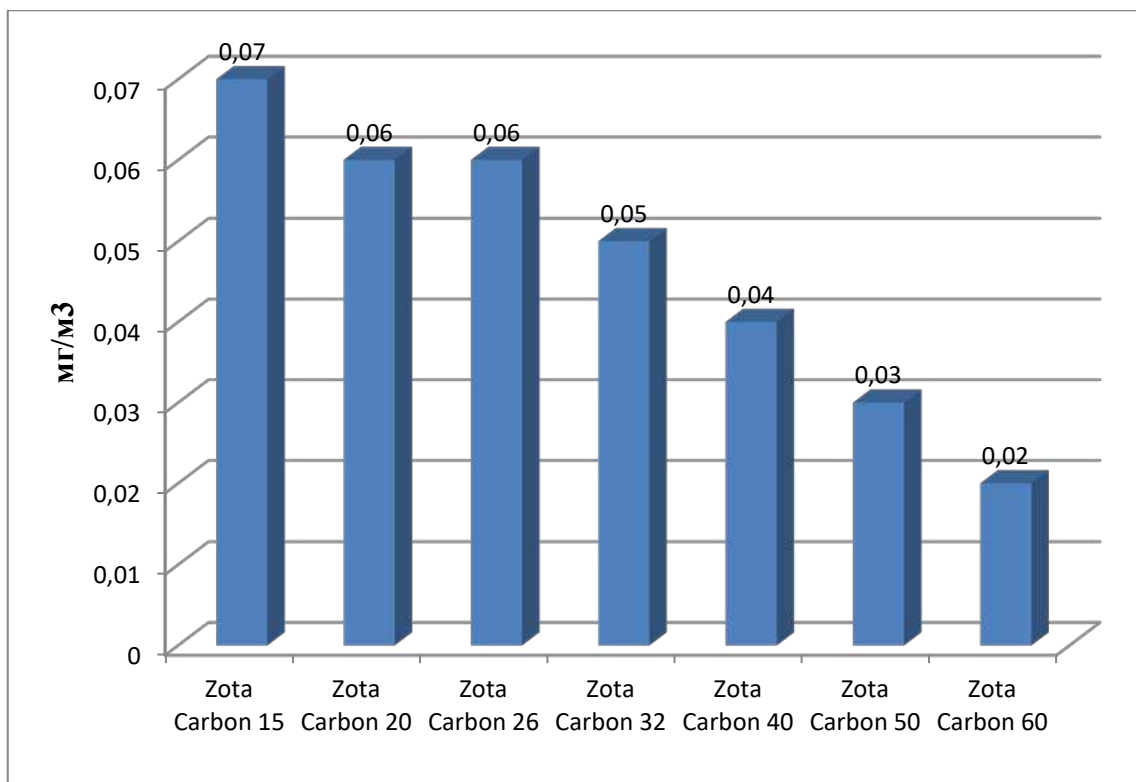


Рисунок 3.13 – Максимальные приземные концентрации диоксида азота при работе котлов ZOTA “Carbon” на Балахтинском угле.

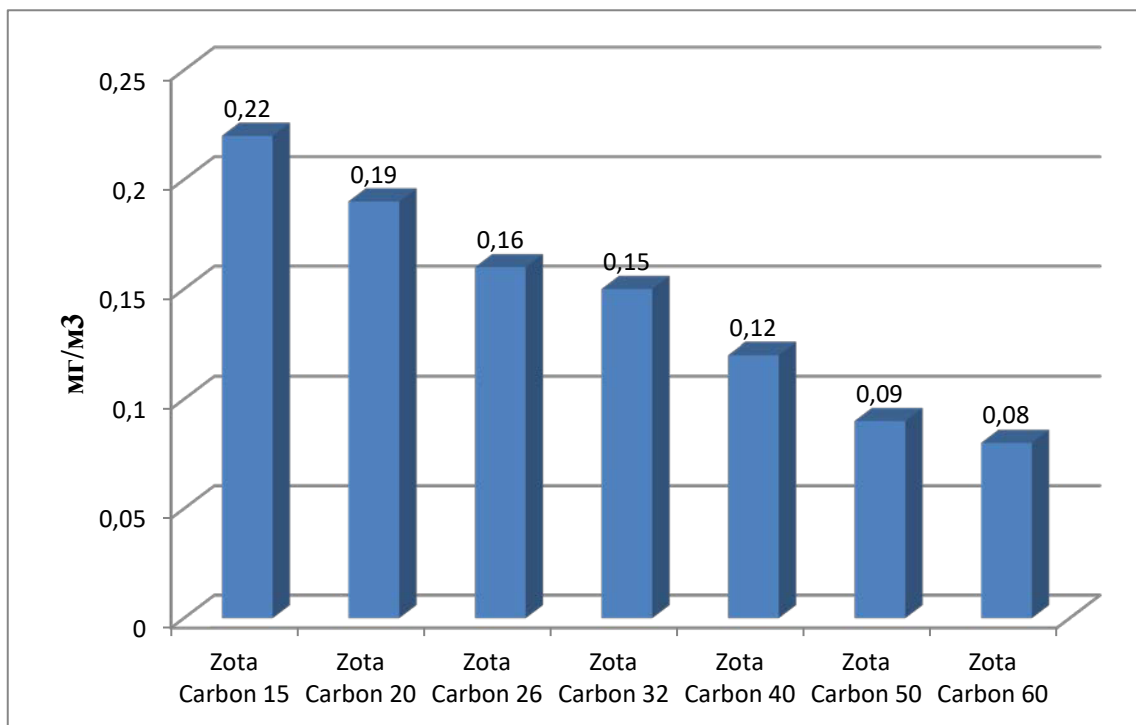


Рисунок 3.14 – Максимальные приземные концентрации пыли неорганической с содержанием SiO₂ 70-20% котлов ZOTA “Carbon” при работе на Балахтинском угле.

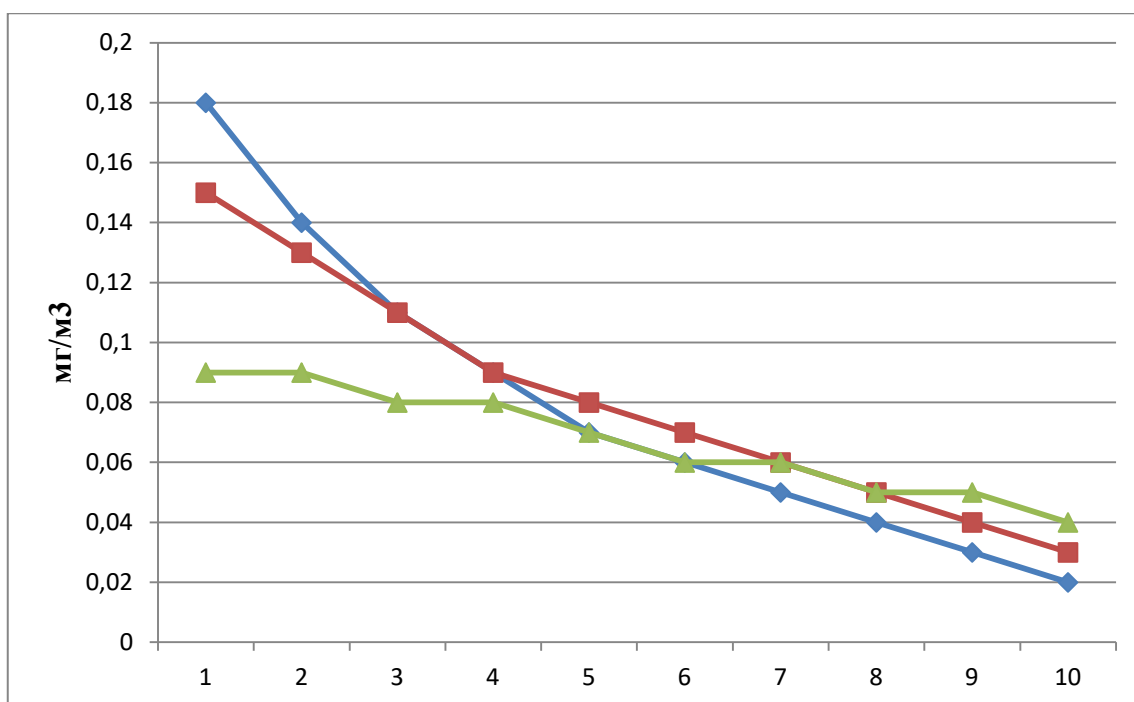


Рисунок 3.15 – Значение максимальных приземных концентраций пыли неорганической с содержанием SiO₂ 70-20% при работе котлов ZOTA “Carbon” на Балахтинском угле.

Для дальнейшего анализа воздействия выбросов на приземный слой атмосферы выбран котёл ZOTA “Carbon 26” и ZOTA “Pellet 25”. Значение максимальных приземных концентраций при работе котла на различных видах топлива приведены в таблице 11, а так же в графическом формате на рисунках 3.16-3.19.

Таблица 11 – Значение максимальных приземных концентраций при работе котла ZOTA “Carbon 26” и ZOTA “Pellet 25” на различных видах топлива.

Наименования топлива	Диоксид азота	Оксид азота	Углерод (сажа)	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль неорганическая SiO ₂ 70-20%	Взвешенные частицы
Уголь Бородинский	0,05	<0,01	0,19	0,03	0,03	0,29	
Уголь Переясловский	0,05	<0,01	0,24	0,06	0,03	0,36	
Уголь Балахтинский	0,06	<0,01	0,11	0,03	0,03	0,17	
Уголь Березовский	0,05	<0,01	0,12	0,02	0,03	0,18	
Уголь Канский	0,05	<0,01	0,24	0,07	0,03	0,35	

Окончание таблицы 11.

Наименования топлива	Диоксид азота	Оксид азота	Углерод (сажа)	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль неорганическая SiO ₂ 70-20%	Взвешенные частицы
Уголь Ново-алтатский	0,05	<0,01	0,18	0,02	0,03	0,27	
Уголь Каменный	0,06	<0,01	0,23	0,05	0,03	0,34	
Пеллеты	0,04	0,03	0,04	<0,01	0,01	0,02	0,02
Щепа	0,04	<0,01	0,11		0,01	0,06	0,06

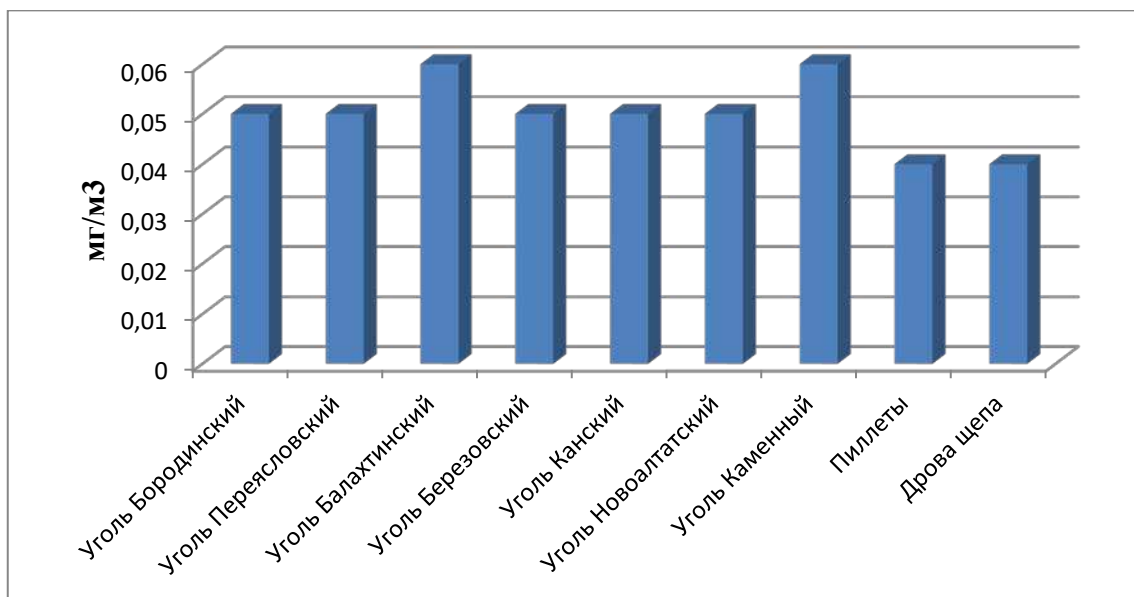


Рисунок 3.16 – Значение максимальных приземных концентраций диоксида азота при работе котлов ZOTA “Carbon 26” на различных видах топлива.

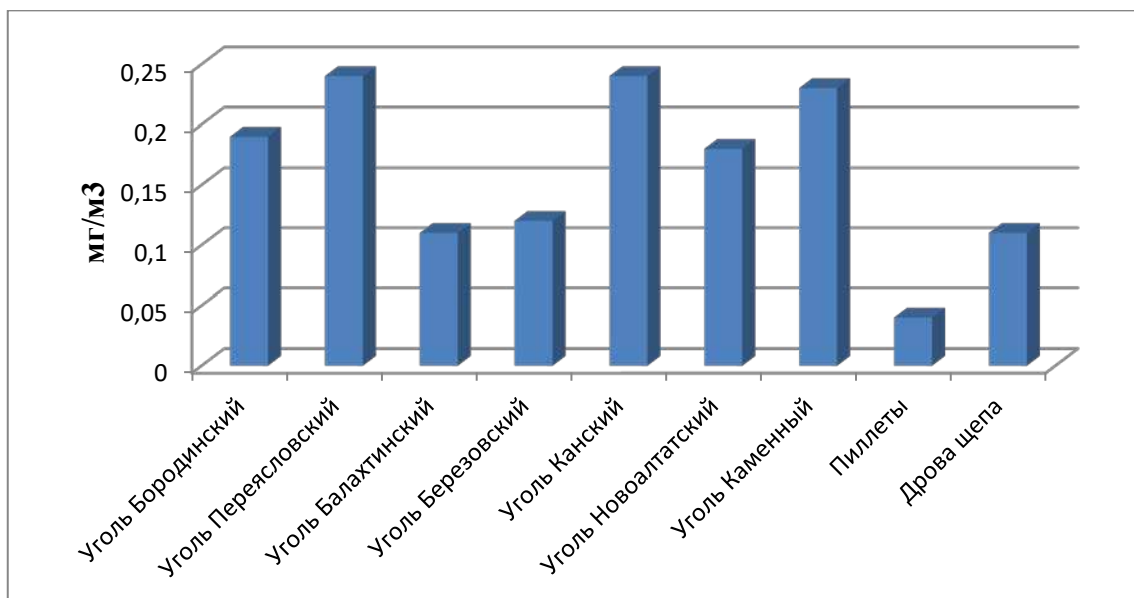


Рисунок 3.17 – Значение максимальных приземных концентраций Углерода (сажа) при работе котлов ZOTA “Carbon 26” на различных видах топлива.

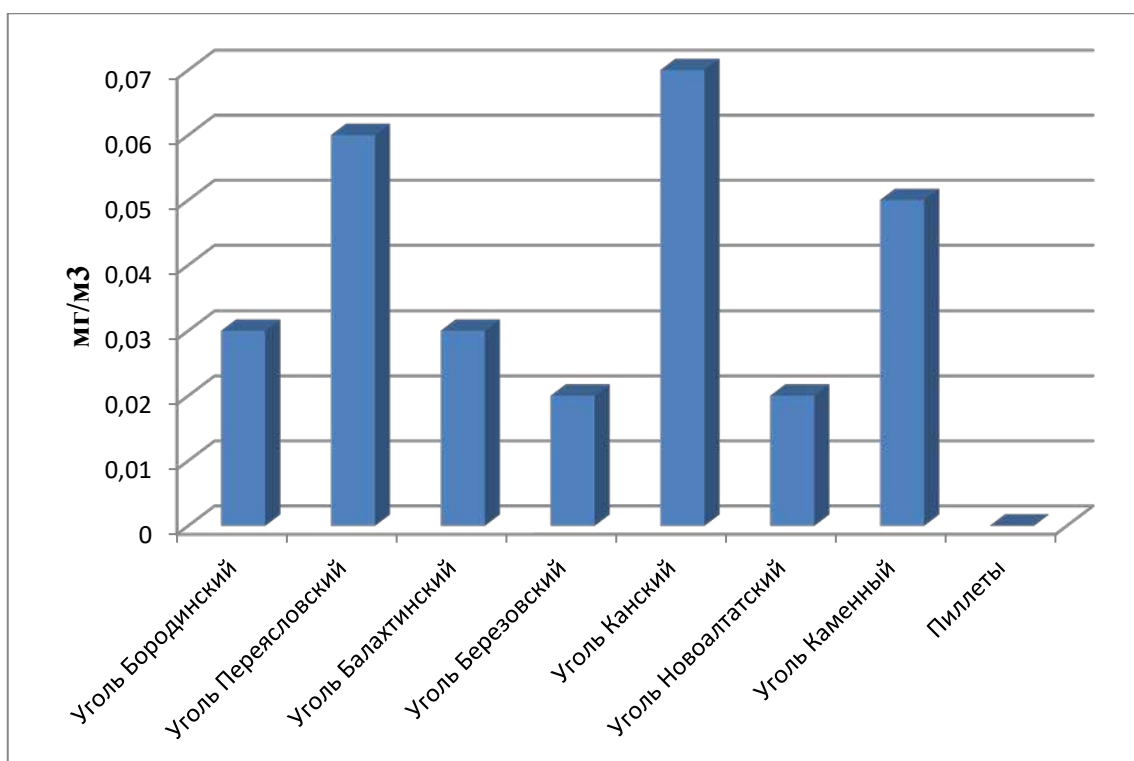


Рисунок 3.18 – Значение максимальных приземных концентраций Диоксида серы при работе котлов ZOTA “Carbon 26” на различных видах топлива.

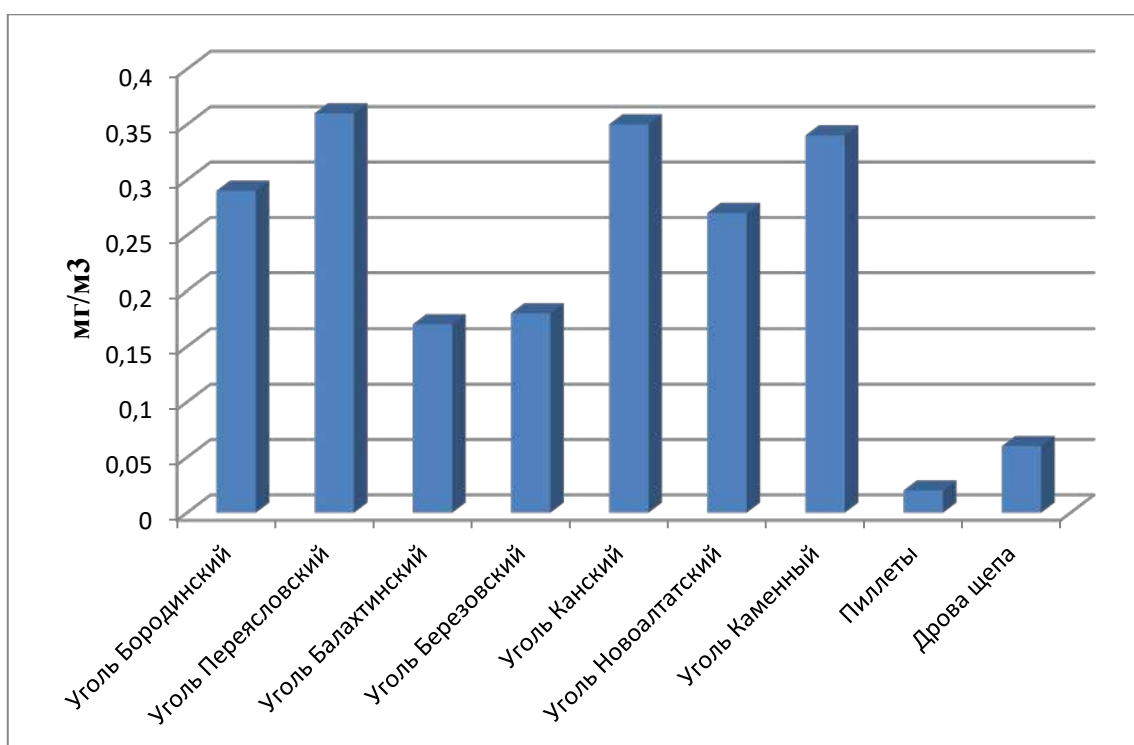


Рисунок 3.19 - Значение максимальных приземных концентраций Пыли неорганической SiO₂ 70-20% при работе котлов ZOTA “Carbon 26” на различных видах топлива.

Определение приземных концентраций по совокупности выбросов автономных источников рассредоточенных на территории.

По результатам проведенной инвентаризации выявлено, что в атмосферу поступают двадцать пять загрязняющих веществ, которые образуют дополнительно три группы, обладающие эффектом суммации комбинированного вредного воздействия. Для семнадцати веществ приведены значения предельно допустимой максимально разовой концентрации ($ПДК_{м.р.}$), для трех веществ - значения предельно допустимой среднесуточной концентрации ($ПДК_{с.с.}$), для пяти веществ – значения ориентировочного безопасного уровня воздействия. Критерии качества атмосферного воздуха определялись в соответствии с [47], [48].

Результаты анализа загрязнения приземного слоя атмосферы для одиночного автономного источника приведены в главе 3.2, для определения загрязнения приземного слоя атмосферы по совокупности воздействия автономных источников выполнены расчеты рассеивания по всем видам топлива, при работе всех видов котлов. Для экспертного анализа (с учетом наложения максимальных приземных концентраций) рассмотрен прямоугольник размером 240х80 метров с шагом расстановки автономных источников 40 метров (в пределах рассматриваемого прямоугольника расположены 25 источников выбросов). Результаты расчёта рассеивании представлены на рисунках 3.20-3.28.

Вариант расчета: Котлы Zota-26 - Уголь Балахтинский
 Код расчета: 0301 (Азота диоксид)

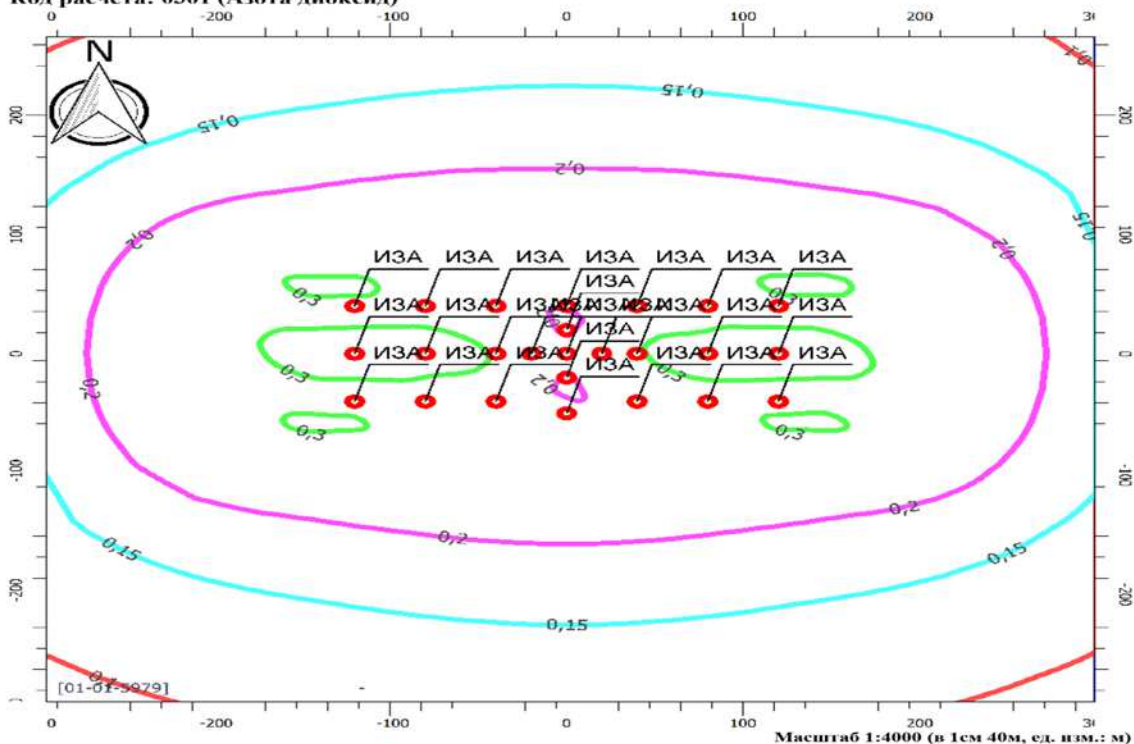


Рисунок 3.20 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы диоксидом азота при использовании Угля Балахтинского.

Вариант расчета: Котлы Zota-26 - Уголь Балахтинский
 Код расчета: 0328 (Углерод (Сажа))

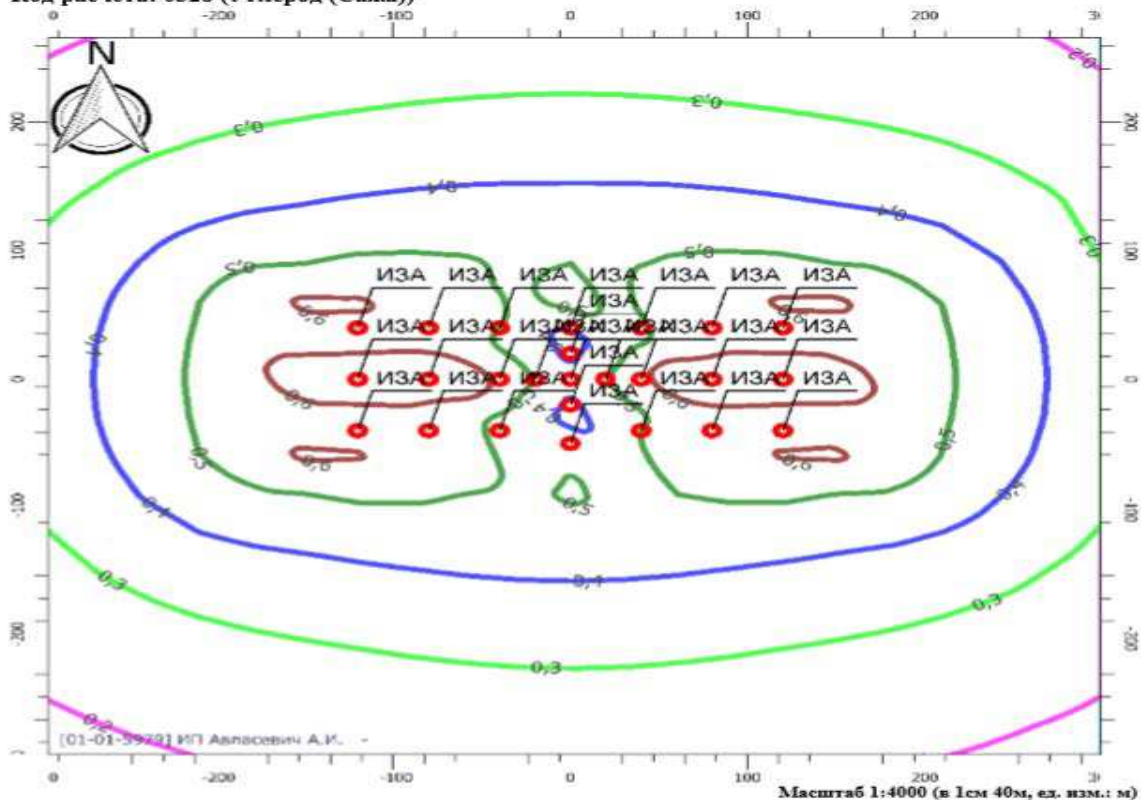


Рисунок 3.21 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы углеродом (сажа) при использовании Угля Балахтинского.

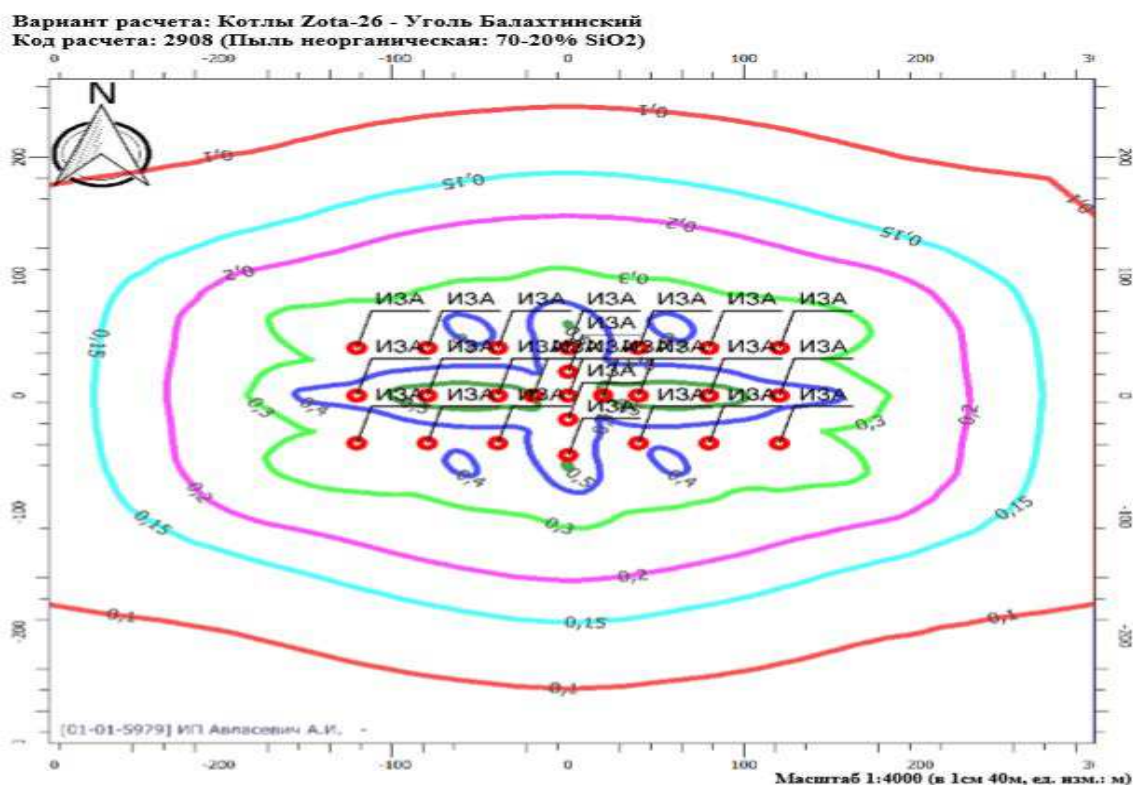


Рисунок 3.22 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы пылью неорганической: 70-20% SiO₂ при использовании Угля Балахтинского.

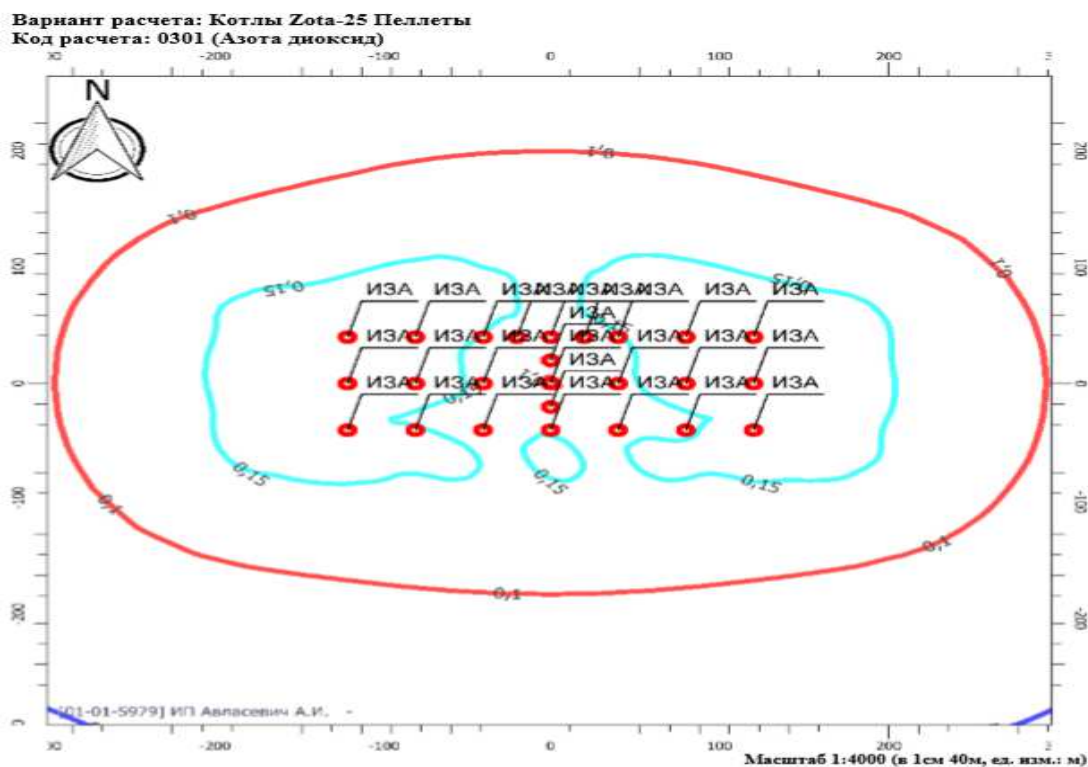


Рисунок 3.23 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы диоксидом азота при использовании пеллет.

Вариант расчета: Котлы Zota-25 Пеллеты
Код расчета: 0328 (Углерод (Сажа))

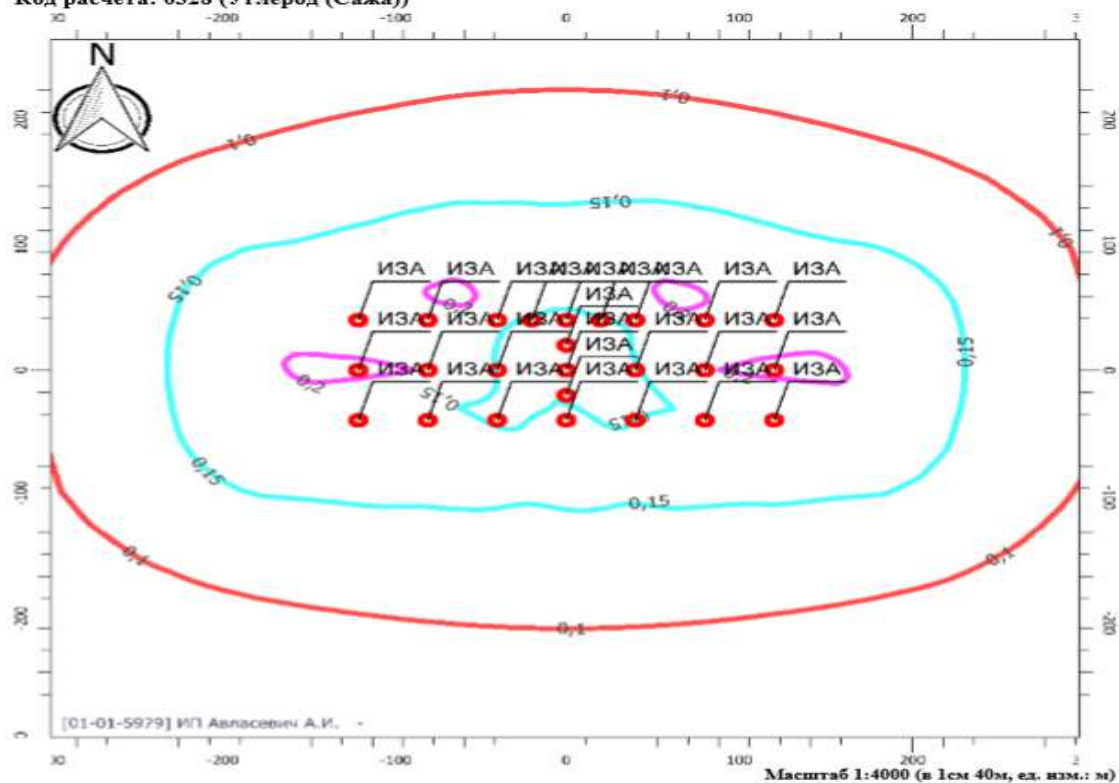


Рисунок 3.24 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы углеродом(сажа) при использовании пеллет.

Вариант расчета: Котлы Zota-25 Пеллеты
Код расчета: 2902 (Взвешенные вещества)

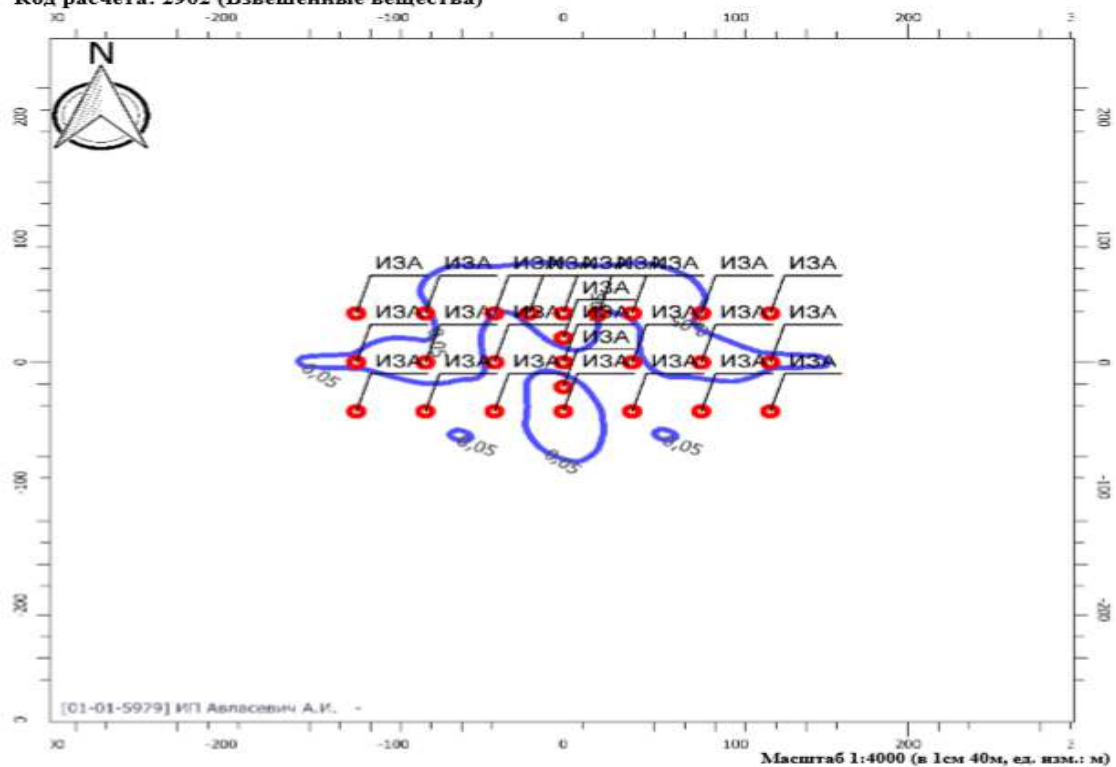


Рисунок 3.25 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы взвешенными веществами при использовании пеллет.

Вариант расчета: Котлы Zota-26 Бородинский уголь
Код расчета: 0301 (Азота диоксид)

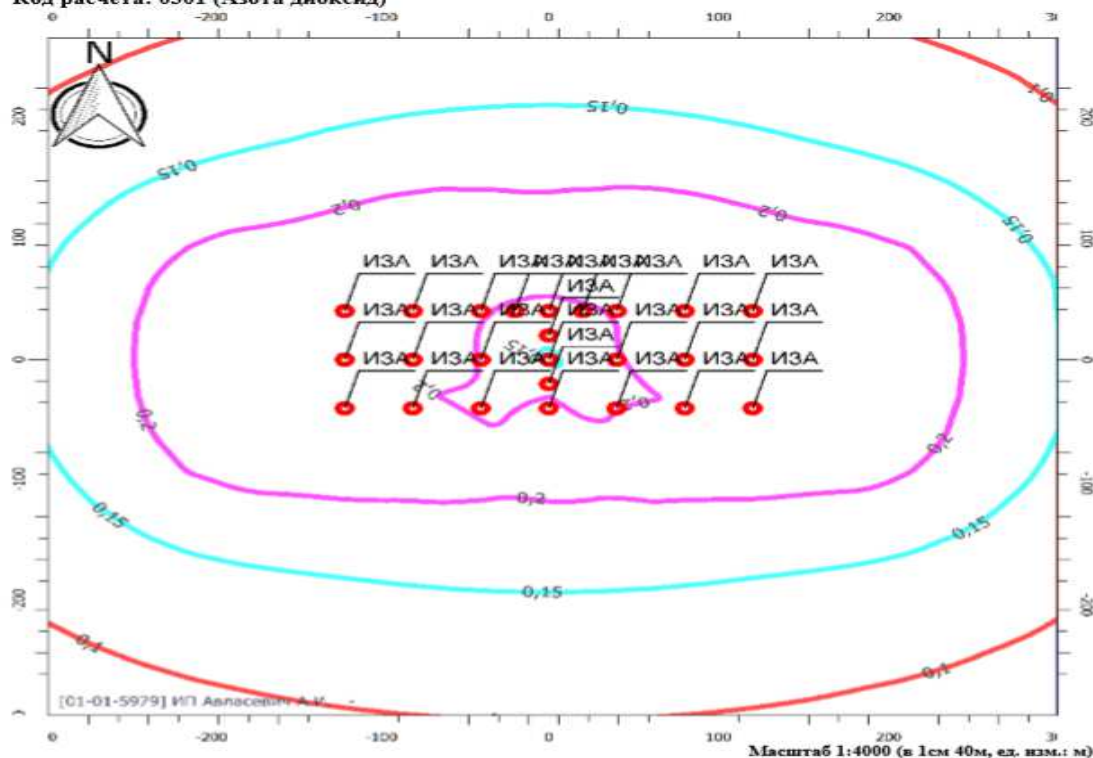


Рисунок 3.26 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы диоксидом азота при использовании Угля Бородинского.

Вариант расчета: Котлы Zota-26 Бородинский уголь
Код расчета: 0328 (Углерод (Сажа))

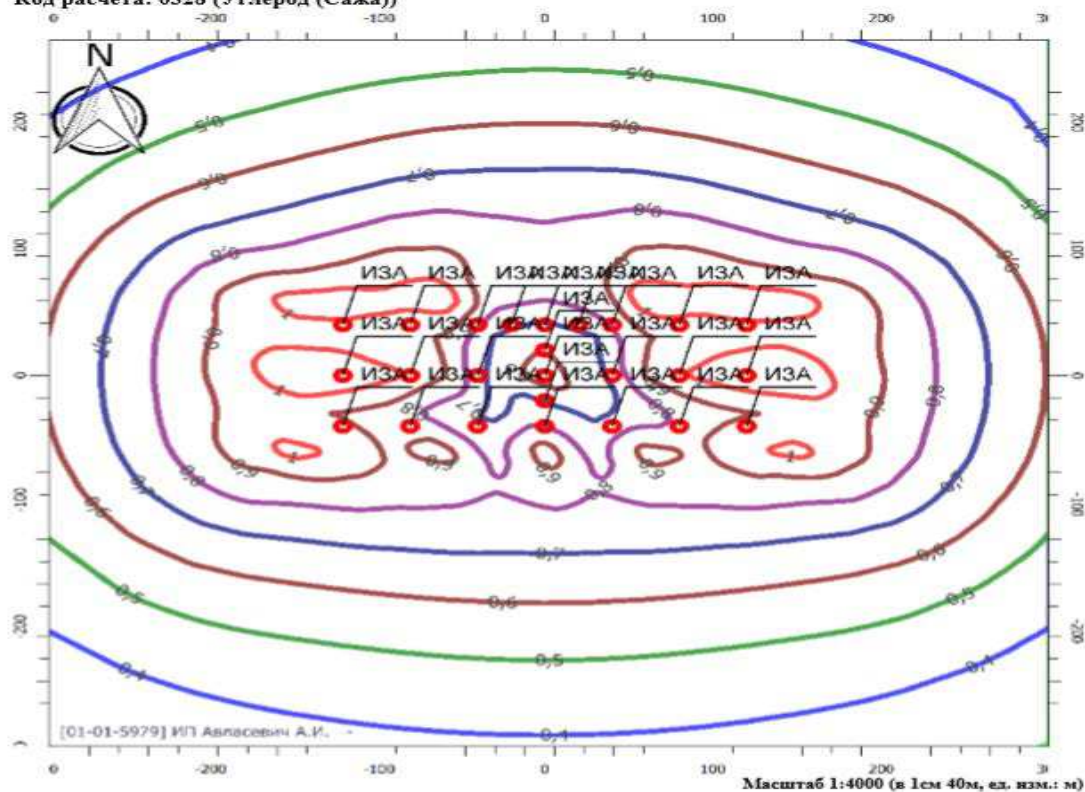


Рисунок 3.27 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы углеродом (сажа) при использовании Угля Бородинского.

Вариант расчета: Котлы Zota-26 Бородинский уголь
 Код расчета: 2908 (Пыль неорганическая: 70-20% SiO₂)

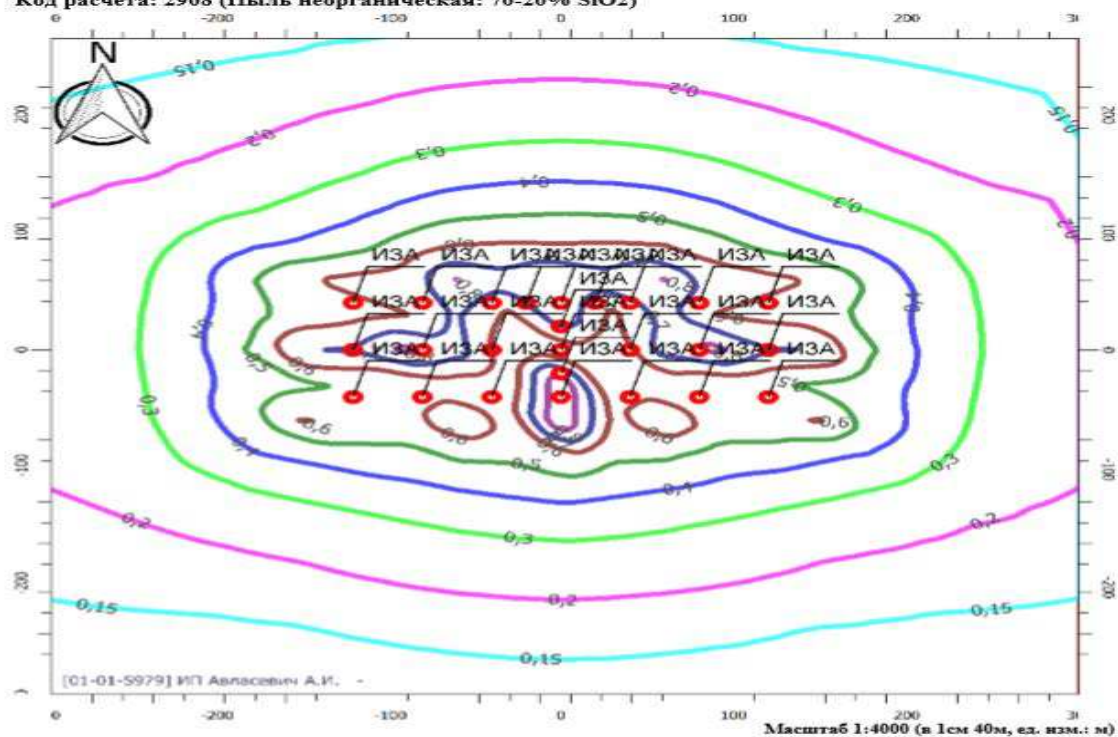


Рисунок 3.28 – Результат анализа загрязнения приземного слоя атмосферы пылью неорганической: 70-20% SiO₂ при использовании Угля Бородинского.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам расчётов и при помощи программного комплекса УПРЗА «Эколог», можно сказать, именно жилой сектор, с котлами малой мощности имеет большую энергетическую нагрузку и тем самым оказывает огромное влияние на атмосферный воздух и окружающую среду.

Нужно тщательно подходить к выбору оборудования и его монтажа, при проектировании систем теплоснабжения необходимо соблюдать ряд технических и экологических требований представленных каталогами заводов производителей.

Для предотвращения повышенных приземных концентраций, следует ответственно подойти к вопросу о выборе топлива, который вы будете использовать в своей котельной установке, для этого необходимо тщательно ознакомиться с паспортами углей или древесного топлива, а так же по возможности обратиться к советам специалистов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Исследование работы газовых котлов малой мощности»
Наумов Н.Р., Марьяндышев П.А., Попов А.Н., Любов В.К., 2017.
2. «Твёрдое композитное топливо из низкосортного сырья».
Табакаев Роман Борисович, инженер каф. парогенераторостроения и парогенераторных установок Энергетического института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30. 2016г.
3. «Исследование целесообразности использования автономных систем теплоснабжения на Севере» // Актуальные вопросы технических наук: материалы Междунар. науч. конф. (г. Пермь, июль 2011 г.). — Пермь: Меркурий, 2011. — С. 57-58. — URL Иванов В. А.
4. СП 89.1330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция. М.: Минрегион России, 2012. 93 с.
5. Воликов А.Н. «»Направления развития котлов малой мощности для централизованного теплоснабжения / А.Н. Воликов // Труды молодых учёных. Часть 2. СПб.: СПбГАСУ, 1998. С. 100-105.
6. Нефёдова М.А. «» Разработка методов работы и повышение энергоэффективности газовых котельных малой мощности / ГРАНТ СПбГАСУ // научный руководитель к.т.н., доцент Бирюзова Е.А. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 100 с.
7. Нефёдова М.А. «Оптимизация работы котельного оборудования за счет применения новой схемы компоновки / М.А. Нефёдова // В мире научных открытий». № 8 (68), 2015. С. 134-145.
8. А.Г. Ушаков, Е.С. Ушакова, Г.В. Ушакову. «Твердое композиционное топливо на основе отходов угольных предприятий и избыточного активного ила».

9. Хрусталеv, Б. М. «Энергоэффективное многокомпонентное твердое топливо на основе малоиспользуемых отходов» / Б. М. Хрусталеv, А. Н. Пехота // Наука - образованию, производству, экономике: материалы 11-й междунар. науч.-техн. конф.: в 4 т. Т. 1. Минск: БНТУ, 2013. С. 146.
10. Буренин В.В. «Очистка и обезвреживание пылегазовоздушных выбросов предприятий теплоэнергетики» // Промышленная теплоэнергетика. - 2009. - № 8. - С. 49-54.
11. Клименко В.В., Терёшин А.Г. «Мировая энергетика и глобальный климат после 2100 года» // Теплоэнергетика. - 2010. - № 12. - С. 38-44.
12. Бадмаева С.Э., Циммерман В.И. «Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха городов Красноярского края»
13. Барышева О.Б. Хабибуллин Ю.Х. Хасанова Г.Р. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1. «Эффективность применения разработанного твердотопливного котла длительного горения»
14. П. А. Хаванов, А. С. Чуленёв. «Теплогенераторы для автономного теплоснабжения на твердом топливе»
15. «Эколого-энергетическая оценка работы котлов малой мощности, используемых в железнодорожной отрасли». Сидоров Ю., Сафронова Д. Год – 2013.
16. Липовка Ю.Л., Липовка С.Л. К вопросу о методике определения оксидов азота в дымовых газах // Проблемы охраны труда.– Рубежное. 1986.
17. «Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности» Б.А. Соколов. Год-2011.
18. «Современные тенденции проектирования жаротрубных котлов». С.А Хаустов, А.С. Загорин. // Вестник науки Сибири. – 2014.
19. Любов В.К., Малыгин П.В., Попов А.Н., Попова Е.И. Определение потерь тепла в окружающую среду на основе комплексного исследования эффективности работы котлов // Теплоэнергетика. 2015. №8 С36-40.

20. Любов В.К., Попов А.Н., Попова Е.И., Малыгин П.В., Солнышкова Л.М. Исследование эффективности сжигания древесного биотоплива в теплогенерирующей установке // Лесн. Журн. 2017 №4. С.149-161.

21. Любов В.К., Любова С.В. Повышение эффективности энергетического использования биотоплив: учеб. пособие. Архангельск: Солти, 2010. 496 с.

Одно из приоритетных направлений развития энергетики – это использование возобновляемых источников энергии[6].

22. «Исследование влияния содержания серы в топливе на эффективность и экологическую безопасность работы котлов при сжигании непроектных видов топлива». Зройчиков Н.А., Перфильев А.О., Грибков А.М., Путилов В.Я., Горбуров Д.В. Год – 2018.

23. «Повышение экологической безопасности, надёжности и экономичности пилеугольных котлов». Волков Э.П., Архипов А.М., Прохоров В.Б., Чернов С.Л Год-2017.

24. «Исследование возможностей использования синтез-газа для стабилизации горения факела пылеугольных котлов». Ковалёв В.Г., Тарасов В.А. Год-2012

25. «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» Н.Серов, Е. Сибирко. Год – 2015.

26. «Корреляционный анализ взаимного влияния оксидов азота, углерода и бенз(а)пирена на суммарную токсичность уходящих газов котлов ТЭЦ: часть 2. Котлы малой тепловой мощности» Иваницкий М.С. Год – 2015.

27. «Опытное сжигание смеси мугунского и ирбейского углей в котлоагрегате БКЗ-500-140». В.А Бочкарёв, А.О. Перфильев.

28. «Анализ влияния качества топлива на экологические показатели котельных агрегатов малой мощности». В.А. Бочкарёв, А.В Бочкарёва.

29. «Технология сжигания местных видов твердого топлива // Новости теплоснабжения.». Шестаков С.М. Год – 2013.
30. «Опыт применения НТВ-технологии сжигания твердого топлива для повышения КПД водогрейного котла и отказа от сжигания мазута». Шестаков С.М. Год – 2009.
31. «Использование топлива и загрязнение окружающей среды (Часть 2. региональные аспекты загрязнения атмосферы)». Сорока Б.С. Год – 2007.
32. «Использование топлива и загрязнение окружающей среды (Часть 1 энергоэкология использования топлива и нормирование вредных выбросов)». Сорока Б.С. Год – 2007
33. «Экспериментальные предпосылки к технологии производства топливных брикетов из торфа / А. С. Заворин, А. В. Казаков, Р. Б. Табакаев»
34. «Оценка энергоэффективности автономных источников теплоснабжения» Драбкина Е.В., Елсуков А.В.
35. «Связь структуры источников теплоты с загрязнением воздушного бассейна» Харламова Н.А. Год – 2017.
36. «Перспективы использования автономных источников энергоснабжения» Курапин А.В.
37. «Повышение энергоэффективности водогрейных котлов малой мощности». Коврина О.Е. Год – 2017.
38. «Автоматизация угольных котлов малой мощности с топками высокотемпературного кипящего слоя и рециркуляцией дымовых газов». Бондарев А.В., Болбышев Э.В., Смирнов А.В. Год – 2018.
39. «Анализ экологического эффекта перевода Владивостокской ТЭЦ-2 на сжигание природного газа». Лесных А.В., Пазников Д.А. Год – 2017.
40. «Прогнозирование показателя суммарной агрессивности продуктов сгорания, обусловленного серосодержащими компонентами пылеугольного топлива». Иваницкий М.С. Год – 2015.

41. «Экологическая целесообразность применения тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов». Лобикова Н.В., Лобикова О.М., Галюжин А.С., Галюжин С.Д. Год-2018

42. «Эффективность различных систем отопления индивидуальных жилых домов с учётом экологичности проектов». Лобикова О.М., Лобикова Н.В., Галюжин С.Д. Год-2018.

43. «Использование традиционных видов топлив и экология использования традиционных видов топлив и экология». Халюткин В.А., Ярмоленко А.Д. Год-2018.

44. «Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных томской области» Т.С Тайлашева, Л.Г. Красильникова, Е.С. Воронцова. Год-2013.

45. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20ГКАЛ в час, Москва, 1999 г.

46. Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. (МРРВ) (утв. Приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 г. № 273 (зарегистрирован в Минюсте № 47734 от 10 августа 2017 г.).

47. ГН 2.1.6.3537-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

48. ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Сертификат соответствия Уголь Ново-алтатский.

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р							
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ							
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ						
№ РОСС RU.TY04.H04422							
Срок действия с 03.12.2018 по 03.12.2021							
№ 0365977							
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР РОСС RU.0001.11ТУ04 УГЛЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ООО "КЕМЕРОВСКИЙ ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗЫ УГЛЯ". Адрес места нахождения: Российская Федерация, Кемеровская область, город Кемерово, улица Большевикская, дом 2, 650004. Телефон (3842)345542, адрес электронной почты K345542@yandex.ru.							
ПРОДУКЦИЯ Уголь бурый марки Б, второй, рядовой, класс крупности 0-300 мм (2БР). ГОСТ 32464-2013. Серийный выпуск.							
<table border="1"><tr><td>код ОК</td><td>034-2014</td></tr><tr><td colspan="2">(КПЕС 2008)</td></tr><tr><td colspan="2">05.10.10.110</td></tr></table>		код ОК	034-2014	(КПЕС 2008)		05.10.10.110	
код ОК	034-2014						
(КПЕС 2008)							
05.10.10.110							
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ГОСТ 32464-2013 "Угли бурые, каменные и антрацит. Общие технические требования".							
<table border="1"><tr><td>код ТН ВЭД</td></tr><tr><td>2702 10 000 0</td></tr></table>		код ТН ВЭД	2702 10 000 0				
код ТН ВЭД							
2702 10 000 0							
ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью «Капитал Строй» (ООО «КС»). Юридический адрес: улица Шоссейная, дом 5, село Береш, Шарыповский район, Красноярский край, РОССИЯ, 662322. ИНН: 2459000062.							
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН Общество с ограниченной ответственностью «Капитал Строй» (ООО «КС»). ОГРН 1152459000077, ИНН 2459000062, КПП 245901001. Юридический адрес: улица Шоссейная, дом 5, село Береш, Шарыповский район, Красноярский край, РОССИЯ, 662322. Телефон (39153)4-00-35, 3-13-40, адрес электронной почты kapital-avo@mail.ru.							
НА ОСНОВАНИИ протокола испытаний № 317 от 03.12.2018 Испытательной лаборатории ООО «Центр экспертизы угля», 654000, РОССИЯ, Кемеровская область, Новокузнецк, ул. Вокзальная, д. 6, корп. 4, пом. 7, 8, 14, аттестат аккредитации регистрационный номер RA.RU.21HK94.							
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Маркирование документов проводится в соответствии с Разрешением РОСС RU.TY04.H04422 от 03.12.2018 г. Инспекционный контроль: 12.2019 г., 12.2020 г. Схема сертификации: 3.							
	<table><tr><td>Руководитель органа</td><td></td><td>Л.В. Юрташкина</td></tr><tr><td>Эксперт</td><td></td><td>А.В. Гаденов</td></tr></table>	Руководитель органа		Л.В. Юрташкина	Эксперт		А.В. Гаденов
Руководитель органа		Л.В. Юрташкина					
Эксперт		А.В. Гаденов					
Сертификат не применяется при обязательной сертификации							

Общество с ограниченной ответственностью
«Центр экспертизы угля»
(ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ)
654029, Кемеровская обл., г. Новокузнецк,
ул. Вокзальная, д. 6, корпус 4, пом. 7
тел 8 (961) 730-59-54
(наименование и адрес организации)

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21HK94 от 28.08.2018г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 317

от «03 » декабря 2018 г.

1. **Объект:** уголь бурый марки Б, второй, рядовой, класс крупности 0-300 мм (2БР)
2. **Организация – заказчик:** ООО «Кемеровский центр экспертизы угля». Юридический адрес: 650004 г. Кемерово, ул. Большевикская, д. 2
3. **Номер пробы заказчика:** № 252
4. **Дата получения образца для испытаний:** 29.11.2018 г
5. **Дата проведения испытаний:** 29.11.2018-03.12.2018 г
6. **Регистрационный /лабораторный номер пробы:** 317
7. **Дополнительная информация:** ООО «Капитал Строй» (заявитель/изготовитель)
8. **Результаты испытаний** приведены в таблице (прилагается): Приложение к протоколу испытаний № 317 на 2 листе.

Заведующий ИЛ



Ю.Е. Каноныкин
расшифровка подписи

**Результаты испытаний – уголь бурый марки Б, второй, рядовой,
класс крупности 0-300 мм (2БР)**

№ п.п.	Наименование показателя	Ед. измерения	Метод испытания (обозначение НД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерений, заводской номер	Результат испытаний
1	2	3	4	5	6
1.	Общая влага, W_t	%	ГОСТ 11014-2001	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, стерилизатор воздушный ГП-20 МО/03 № 889	33,1
2.	Максимальная влагоемкость, W_{max}	%	ГОСТ 26898-86	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, стерилизатор воздушный ГП-20 МО/03 № 889, аппарат для определения максимальной влагоемкости	31,1
3.	Зольность, A^d	%	ГОСТ Р 55661-2013	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, электропечь камерная СНОЛ-1,6,2,5.1/10 И4М № 1519, печь лабораторная муфельная LOIP LF-9/11-V1 № 947	7,2
4.	Выход летучих веществ, V^{daf}	%	ГОСТ Р 55660-2013	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, печь муфельная LOIP LF-5/11-G1 № 871, печь муфельная СНОЛ-И-6-Л № 05841	47,9
5.	Массовая доля общей серы, S^d	%	ГОСТ 8606-2015	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725061, печь лабораторная муфельная LOIP LF-9/11-V1 № 947	0,24
6.	Теплота сгорания высшая, Q_s^{daf}	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-2013	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, калориметр ИКА C200 № 01.781460 с бомбой C5010 № 01.504096 P1023395 с установочным файлом caLWin	6933
7.	Теплота сгорания низшая, Q_i^r	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-2013		29,03
8.	Теплота сгорания высшая, Q_s^{af}	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-2013		3926 16,44
9.	Массовая доля хлора, Cl^d	%	ГОСТ 9326-2002	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725145, калориметр ИКА C200 № 01.781460 с бомбой C5010 № 01.504096 P1023395 с установочным файлом caLWin	4666 19,54
10.	Массовая доля мышьяка, As^d	%	ГОСТ 10478-93	Весы лабораторные электронные CE 124-С № 26725061, печь лабораторная муфельная LOIP LF-9/11-V1 № 947, спектрофотометр UNICO 1201 № WP 1506 1412 093	0,06 0,0005

Ответственный за СМК



Собакинских Н.И.

Результаты проведенных испытаний относятся только к образцам, представленным заказчиком к испытанию.

Протокол испытаний не подлежит частичному копированию без согласия лаборатории.

Протокол составлен в 3 экземплярах, один экземпляр находится в ИЛ, второй и последующие (при необходимости) у заказчика, все экземпляры имеют равную юридическую силу.

Лист 2 (всего листов 2)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Сертификат соответствия Уголь Канский.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «Разрез Канский»

№ б/н
От 02 Октября 2019 г.

663634, Российская Федерация, Красноярский край, Канский район, поселок Карьерный, микрорайон ДСУ-4, улица Тракторная, здание 4, строение 3.
тел. (39161) 3-79-29; факс (39161) 3-74-62; E-mail: kansk_razrez@suek.ru
ОГРН 1082450000423, ИНН 2450024566, КПП 245001001
Р/с 407 028 103 093 400 007 40 в Ф-ле Банка ГПБ (АО) «Восточно-Сибирский»,
БИК 040407877, К/с 301 018 101 000 000 008 77

СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА угольной продукции разреза «Канский» (СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ № РОСС RU.АЖ30.Н00077 от 26.07.2017 - соответствует требованиям ГОСТ 32464-2013; ГОСТ Р 57021-2016)

1.	Технологическая марка	Усл. обозначение	2БР	Величина показателя
2.	Крупность		мм	0-300
3.	Высшая теплота сгорания: - в сухом остатке	Q_s^α	$\frac{\text{Ккал}}{\text{кг}}$, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	<u>6020</u> (25,2)
	- в беззольном состоянии	Q_s^{daf}	$\frac{\text{Ккал}}{\text{кг}}$, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	<u>6940</u> (29,1)
4.	Низшая теплота сгорания в рабочем состоянии (при W_t^r)	Q_t^r	$\frac{\text{Ккал}}{\text{кг}}$, $\frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	<u>3500 – 3850</u> (14,6-16,1)
5.	Зольность, %	A^d	%	7-10
6.	Массовая доля общей влаги в рабочем состоянии,	W_t^r	%	32 – 35
7.	Выход летучих веществ	V^{daf}	%	46,4 – 48,7
8.	Содержание серы,	S_t^d	%	0,4 – 0,7
9.	Выход гуминовых кислот,	HA_t^{daf}	%	10-25
10.	Коэффициент размолоспособности угля	$K_{\text{ПОВТИ}}$		1,1-1,2
11.	Содержание:			
	Углерода	C	%	71,8
	Водорода	H	%	4,9
	Азота	N	%	0,8
	Кислорода	O	%	22,3

12. Химический состав (%) и плавкость золы угля (C^0):

Состав:	Величина показателя	Состав:	Величина показателя	Состав:	Величина показателя
SiO ₂	33,0-38,0	TiO ₂	0,2	K ₂ O	0,1-5
Al ₂ O ₃	4,0-7,2	CaO	не более 14	Na ₂ O	0,2-06
Fe ₂ O ₃	не более 8	MgO	4,7-9,0	SO ₃	8,7-14,0

Исполнительный директор



А. В. Орешкин

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Сертификат соответствия Уголь Каменный.

Четвертая страница типовой формы УПД-35

Результат анализа

УГЛ РАЗРЕЗА ЧЕРНОГОРСКИЙ СТКК

(наименование лаборатории)

Регистрационный номер документа аккредитации 08

сроком действия до 23.05.2020



Типовая форма УПД-35
Утверждена Минтопэнерго России

Код по ОКУД	2039
Уголь SAP	1000000720
Партия SAP	0000730558

№ п/п	Наименование и обозначение показателя	Ед. Изм.	Результаты испытаний
1	Зольность Угля в Сухом Состоянии	A ^d %	10,5
2	Высшая теплота сгорания	Q _с кКал/кг	7783,000
3	Высш.Тепл.Сгор.Сух.Беззольн.Топл.	Q _с ^н кКал/кг	6601,000
4	Низшая теплота сгорания	Q _н кКал/кг	5704,000
5	Влага общ. на рабочее состояние	W _г %	13,8
6	Сера общ. на сухое состояние	S _г %	0,49
	Выход летучих веществ	V _н %	40,8



Заведующий лабораторией

Юлия Васильевна

РЯЗАНОВА ЮЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА

(Фамилия, И.О.)

Расчеты за качество топлива
(по золе, сере, влаге)

тонн	расчетов (по золе, сере, влаге)	разница между расчетной нормой и фактическим содержанием	Доплаты или скидки за качество				
			процент приплат или скидок	в расчете на одну тонну в коп.		сумма	
				приплата	скидка	приплата, руб. коп.	скидка, руб. коп.
1	2	3	4	5	6	7	8

Бухгалтер

(подпись)

(Фамилия, И.О.)

Шахта Хакасская

(предприятие)

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 98

о качестве угля

27.01.2017 г.

Марка ДО КОНЦЕНТРАТ

Класс 25-60

655162 г.Черногорск Советская 40

(почтовый адрес)

Сертификат соответствия РОСС RU.Н749.Н03241 Сроком действия с 08.12.2015 до 07.12.2018

Тех.Условия 0325-001-81185103-2015 от 10.06.2015

Нормы, установленные техническими условиями или ГОСТом для данного вида
потребления в процентах

Зола (А) сред.	не более
Сера (S) сред.	не более
Хлор (Cl) сред.	не более
Мышьяк (As) сред.	не более
Влага (W) сред.	не более
Мин. примеси сред.	не более

Низшая теплота сгорания (Q) сред.

Шахта (разрез) Шахта Хакасская

ст. отправления 887904 Черногорские Копи ж.п. дороги Красноярская ж/д

Проба отобрана в соответствии с ГОСТ 10742

от партии топлива весом 209,400 тонн, 3 вагонов, отпущенного за время

с 27.01.2017 по 27.01.2017 потребителям, перечисленным на обороте.

Проба помещена в банки № 98 и опломбирована

пломбиров № Вес пробки лабораторной 520,000 г.

печатаю арбитражной 620,000 г.

Фактическое содержание видимой породы % фактическое содержание неочищенного

Уголь принят по визуальному осмотру и данным предварительного отбора проб службой контроля качества по ГОСТ 1137-64

Олеся Юрьевна

ПОНЯЕВА ОЛЕСЯ ЮРЬЕВНА

(подпись)

27.01.2017

(Фамилия, И.О.)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Сертификат соответствия Уголь Берёзовский.



**Акционерное общество
«Разрез Березовский»**

СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА УГЛЯ COAL QUALITY CERTIFICATE

Продукция Уголь бурый, марки Б (группа 2), сортовой, крупностью 25-300 мм (2БПКО)

Изготовитель АО «Разрез Березовский»

662305, РФ, Красноярский край, г. Шарыпово,
п. Дубинино, разрез «Березовский-1»

Код ОК 005 (ОКП) 03 2560
Код ТН ВЭД 2702 10000 0

Код по ГОСТ 25543-88
Международная кодификация

Технический анализ угля (Proximate analysis)		Рабочее состояние <i>r</i>	Аналитическое состояние <i>a</i>	Сухое состояние <i>d</i>	Сухое беззольное состояние <i>daf</i>
Общая влага угля (Total moisture), %	W_t	35,0	-	-	-
Максимальная влагоемкость (Moisture-holding capacity), %	W_{max}				
Зольность угля (Ash), %	A	3,2	4,4	5,0	-
Выход летучих веществ (Volatile matter), %	V	29,7	40,7	45,7	48,0
Высшая теплота сгорания угля (Gross calorific value, kcal/kg), ккал/кг	Q_s	4166	5706	6410	6734
Низшая теплота сгорания угля (Net calorific value, kcal/kg), ккал/кг	Q_i	3800	5418	6160	6479
Общая сера угля (Total sulfur), %	S_t	0,19	0,27	0,30	-

Элементный анализ угля (Ultimate analysis)		Рабочее состояние <i>r</i>	Аналитическое состояние <i>a</i>	Сухое состояние <i>d</i>	Сухое беззольное состояние <i>daf</i>
Углерод (Carbon), %	C_t	46,9	64,2	72,1	-
Водород (Hydrogen), %	H	3,1	4,3	4,8	-
Азот (Nitrogen), %	N	0,45	0,62	0,7	0,74
Кислород (Oxygen), %	O_d	14,9	20,4	22,9	24,1
Фосфор (Phosphorus), %	P	0,002	0,003	0,003	-
Хлор (Chlorine), %	Cl	0,03	0,04	0,04	-
Мышьяк (Arsenic), %	As	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-

Химический состав золы, на сухую массу (Major element, oxide of HTA), %		
Оксид кремния (Silicon oxide)	SiO_2	16,3
Оксид алюминия (Aluminum oxide)	Al_2O_3	4,9
Оксид железа (Iron oxide)	Fe_2O_3	7,1
Оксид кальция (Calcium oxide)	CaO	49,8
Оксид магния (Magnesium oxide)	MgO	5,6
Оксид титана (Titanium oxide)	TiO_2	0,26
Оксид фосфора (Phosphorus oxide)	P_2O_5	0,04
Оксид серы (Sulfur oxide)	SO_3	10,3
Оксид натрия (Sodium oxide)	Na_2O	0,42
Оксид калия (Potassium oxide)	K_2O	0,17

Содержание микроэлементов в сухом угле (Trace elements, Dry basis), %		
Цинк (Zinc)	Zn	
Хром (Chrome)-	Cr	
Кадмий (Cadmium)	Cd	
Кобальт (Cobalt)	Co	
Никель (Nickel)	Ni	
Марганец (Manganese)	Mn	
Молибден (Molybdenum)	Mo	
Медь (Copper)	Cu	
Барий (Barium)	Ba	
Стронций (Strontium)	Sr	

Плавкость золы угля (в окислительной среде), (Ash fusability), 0С

Температура деформации (Initial deformation temperature)	t_A (IT)	1100-1250/1170
Температура полусферы (Hemispherical temperature)	t_B (HT)	1350-1500/1450
Температура растекания (жидкоплавкого состояния) (Fluid temperature)	t_C (FT)	1360-1500/1460

Петрографический состав (Petrography)

Витринит (Vitrinit), %	V_t	56 - 94
Семивитринит (Semivitrinit), %	S_v	
Липтинит (Liptinit), %	L	0 - 2
Инертинит (Inertinit), %	I	
Сумма фюзенизированных компонентов (Fusian components), %	OK	0 - 22
Показатель отражения витринита (Vitrinite reflection), %	R_o	

Размолоспособность угля (Grindability)

Коэффициент размолоспособности по Хардгроу (Determination of Hardgrove grindability index)	HGI	84
Коэффициент размолоспособности по ВТИ (Metod for VTI determination of coefficient of grindability)	$K_{до}$	1,3

Гранулометрический состав угля (Size distribution)

Размер, мм (Size, mm)	+ 200	100-200	50-100	25-50	13-25	6-13	3-6	0-3	ИТОГО
Выход, %	0	7,8	28,0	46,8	13,5	0,6	1,4	1,9	100,0

Примечание:

Расчет технических характеристик и элементного состава угля на различные состояния топлива произведен с принятой влажностью аналитической пробы (W^a) 11,0% и данными НПК: W_t^r – 35,0%; A^d – 5,0%; Q_i^r – 3800 ккал/кг; S_i^d – 0,30%; V^{daf} – 48,0%.

Первый заместитель исполнительного
директора АО «Разрез Березовский»

А.И. Буйницкий

Начальник отдела технического контроля

Е.И. Савина



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Сертификат соответствия Уголь Переясловский.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
**КРАСНОЯРСК
КРАЙУГОЛЬ**

660075, Россия, Красноярск,
ул. Маерчака, д. 34а
Тел. (391) 252-54-42
E-mail: kku@ruscoal.ru

ОКПО 04536157
ОГРН 1022401786373
ИНН/КПП 2460001984/246750001

С Е Р Т И Ф И К А Т **ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ** **С УКАЗАНИЕМ МАРКИ, ГРУППЫ, КЛАССА КРУПНОСТИ** **З Б Р (0 – 300 мм)**

АО «Красноярсккрайуголь» филиал «Разрез Переясловский»

Выпускается по ТУ 0325-004-04536157 – 2009

Наименование показателя	Обозначение	Величина
1. Марка, группа, класс крупности угля	ЗБ Р	-
2. Размер куска, мм		0 - 300
3. Массовая доля общей влаги на рабочее состояние, %	W_t^r	28,0-30,0
4. Зола на сухое состояние, %	A^d	8,0 – 10,0
5.Выход летучих веществ на сухое беззольное состояние, %	V^{daf}	46,0 – 49,0
6. Содержание серы на сухое состояние, %	S_t^d	0,3 – 0,6
7.Высшая теплота сгорания на сухое беззольное состояние, ккал/кг	Q_s^{daf}	7050 – 7200
8. Низшая теплота сгорания на рабочее состояние, ккал/кг	Q_t^r	4100-4200
9. Массовая доля хлора на сухое состояние, %	Cl^d	0,0031
10. Массовая доля мышьяка на сухое состояние, %	As^d	0,00027
12. Массовая доля минеральных примесей, %, не более		2,0

Генеральный директор

 **А.В. Ваулин**


ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Сертификат соответствия Уголь Балахтинский.



РОССИЯ
663972, Красноярский край
Рыбинский р-н, с. Переясловка,
ул. Полтавская, 13
тел./факс (391) 252-54-22
e-mail: analit03@yandex.ru

Независимая испытательная лаборатория

Аттестат аккредитации
№ РОСС. RU.0001.21ТУ46

Протокол испытаний № 026-18

от «07» марта 2018 г.

1. Продукт: Уголь бурый марки Б, третий, рассортированный, класс крупности 0-13 мм (ЗБСП)
2. Организация-заказчик на проведение сертификации продукции: ООО «Кемеровский центр экспертизы угля» г. Кемерово
3. Организация – изготовитель: ООО «Сибуголь», 660001, г. Красноярск, Красноярский край, улица Менжинского, дом 12 «Г»
4. Дата получения образца для испытаний: 05.03.2018 г.
5. Основания для проведения испытаний: направление № 4693 от 22.02.2018 г. на проведение испытаний
6. Дата испытаний: 05.03.2018 г. – 07.03.2018 г.
7. Дата отбора проб, шифр пробы: 22.02.2018 г.
8. Стандартные методы испытаний (нестандартные методы испытаний, ссылка на методику): ГОСТ Р 52911- 2013, ГОСТ 8858-93, ГОСТ Р 55661-2013, ГОСТ 8606-2015, ГОСТ Р 55660-2013, ГОСТ 147-2013, ГОСТ 9326-2002, ГОСТ 10478-93
9. Участие субподрядчиков: нет
10. Результаты испытаний приведены в таблице (прилагается): Приложение к протоколу испытаний № 026-18 от 07 марта 2018 г., на 1 странице

Начальник испытательной
лаборатории



С.Ф. Волошина
расшифровка подписи

Результаты испытаний - Уголь бурый марки Б, третий, рассортированный, класс крупности 0-13 мм (ЗБСШ)


№ п/п	Наименование и обозначение показателя, состояние топлива	Единица измерения	Метод испытания для данного показателя, (обозначение НД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерений, заводской номер	Результаты испытаний
1.	Общая влага, W_t^f	%	ГОСТ Р 52911-2013	Сушильный шкаф, Fisher Scientific Isotemp, Standard Ovens 503 Series, № зав.0001, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	21,4
2.	Максимальная влагоемкость, W_{max}^{af}	%	ГОСТ 8858-93	Сушильный шкаф, Fisher Scientific Isotemp, Standard Ovens 503 Series, № зав.0001, Весы электронные АВ204-S, №1126330627, Насос вакуумный мембранный НТ 2.960.034 ПС зав. № 245	24,1
3.	Зольность, сухое состояние, A^d	%	ГОСТ Р 55661-2013	Печь муфельная SNOL 7.2/1100 № зав. 07275, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	4,9
4.	Выход летучих веществ, сухое беззольное состояние, V^{daf}	%	ГОСТ Р 55660-2013	Печь муфельная Type F6000 Furnace, № зав. 1249050886701, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	46,4
5.	Содержание серы, сухое состояние, S^d	%	ГОСТ 8606-2015	Печь муфельная Type F6000 Furnace, №1249050886701, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	0,34
6.	Теплота сгорания высшая, сухое беззольное состояние, Q_s^{daf}	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-2013	Калориметр сгорания бомбовый АБК-1В, № 30033, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	7162 30,1
7.	Теплота сгорания низшая, рабочее состояние, Q_l^r	ккал/кг МДж/кг	ГОСТ 147-95	Калориметр сгорания бомбовый АБК-1В, № 30033, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	5033 21,1
8.	Хлор, сухое состояние, Cl^d	%	ГОСТ 9326-2002	Печь муфельная Type F6000 Furnace №1249050886701, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	0,0030
9.	Мышьяк, сухое состояние, As^d	%	ГОСТ 10478-93	Печь муфельная Type F6000 Furnace №1249050886701, Весы электронные АВ204-S, №1126330627	<0,0005

С.Ф. Волошина
07.03.2018 г.

Начальник ИЛ Шеня С.Ф. Волошина

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Сертификат соответствия Пеллет.


ORIGINAL

Ref. No.: 113866-SP-MIN-0671-16

ANALYTICAL REPORT

ОТЧЕТ О ПРОВЕДЕНИИ АНАЛИЗА

In pursuance of an order for analysis given to us,
В соответствии с заказом на проведение инспекции, полученным

BY	:	ARGO TRADING OOO
OT	:	ООО "АРГО ТРЕЙДИНГ"
TO ANALYSE	:	SAMPLE OF WOOD PELLETS, PROVIDED BY THE CLIENT
ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ	:	ПРОБУ ДРЕВЕСНЫХ ГРАНУЛ, ПРЕДОСТАВЛЕННУЮ КЛИЕНТОМ
AT	:	ST.PETERSBURG, RUSSIA
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ	:	САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, РОССИЯ
ON	:	JULY 06-07, 2016
ДАТА	:	06-07 ИЮЛЯ, 2016

THIS IS TO REPORT that we have performed analysis of above mentioned sample, provided by the client.
НАСТОЯЩИМ ПОДТВЕРЖДАЕМ, что мы провели химический анализ вышеуказанной пробы, предоставленной клиентом.


ANALYSIS: Sample was analysed according to EN/TS and CEN/TS methods. The following are the results of analysis performed at the SGS laboratory in St.Petersburg, Russia (sample No. 2513):
АНАЛИЗ: Проба была проанализирована в соответствии с EN/TS и CEN/TS методами. Ниже приводятся результаты анализа, проведенного в лаборатории SGS в Санкт-Петербурге, Россия (лабораторный номер пробы 2513):

Parameters Параметры	Methods Методы	As received basis Рабочее состояние	Dry basis Сухое вещество
moisture, % общая влажность, %	EN 14774-2:2009	5.41	-
ash, % золиность, %	EN 14775:2010	0.43	0.45
volatile matter, % летучие вещества, %	CEN/TS 15148:2005	80.51	85.11
total sulphur, % общая сера, %	EN 15289:2011	0.01	0.01
net cal value at constant pressure, kcal/kg низшая теплота сгорания при постоянном давлении, ккал/кг	EN 14918:2010	4350	-
net cal value at constant pressure, MJ/kg низшая теплота сгорания при постоянном давлении, МДж/кг	EN 14918:2010	18.21	-

Parameters Параметры	Methods Методы	Result Результат
durability, % динамическая прочность, %	EN 15210:2010	99.3
bulk density, g/cm3 насыпная плотность, г/см3	EN 15103:2009	0.710

(continued next page)
(продолжение на следующей странице)

SGS Vostok Limited | 5-ya Sovetskaya 44, 191144, St-Petersburg, Russia
t (7-812) 449.04.66 f (7-812) 449.04.67 www.sgs.com
Member of SGS Group



Ref. No.: 113866-SP-MIN-0671-16

Parameters Параметры	Methods Методы	Result Результат
diameter of granules, mm диаметр гранул, мм	pr EN 16127:2010	6.0
length of granules, mm длина гранул, мм	pr EN 16127:2010	16.4
granulometry (dry), % гранулометрия (сухой рассев), % below (меньше) 3.15 mm	EN 15149-2:2010	0.7

AFT Results, Oxidizing Atm. Температура плавления золы (в окислительной атмосфере)	Methods Методы	Result Результат
Initial Deformation T (IT), C deg Точка начала деформации, град. C	CEN/TS 15370-1:2006	1482
Softening T (ST), C deg Размягчение, град. C		1484
Hemisphere T (HT), C deg Полусфера, град. C		1486
Flow T (FT), C deg Растекание, град. C		1488

The above reflects our findings for analyses of submitted sample(s) only and does not refer nor verify any shipment. This report does not for L/C negotiations.

Вышеприведенные данные отражают результаты анализа, предоставленных нам образцов, и не подтверждают какую-либо отгрузку. Настоящий отчет не является основанием для переговоров по аккредитиву.

WARNING: The sample to which the findings recorded herein relate was provided by the Client. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample. The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample is said to be extracted.

Внимание: Образец, результаты исследований которого представлены в этом документе, был предоставлен Клиентом. Репрезентативность образцов по отношению к какой-либо партии товара не гарантирована, и данные результаты напрямую относятся лишь к представленному образцу. Компания не несет ответственности в отношении происхождения образца или источника, от которого он был отобран.

This document is a witness of services in collection and processing of information rendering.
Настоящий документ является подтверждением оказания услуг по сбору и обработке информации.

SIGNED AND DATED AT
ST. PETERSBURG
ПОДПИСАНО В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
JULY 07, 2016
07 ИЮЛЯ 2016 г.



FOR AND ON BEHALF OF
ОТ ИМЕНИ И ПО ПОРУЧЕНИЮ
SGS VOSTOK LIMITED
СКС ВОСТОК ЛИМИТЕД

"This report is issued by the Company under its General Conditions for Inspection and Testing Services (copy available upon request). The issuance of this report does not exonerate buyers or sellers from exercising all their rights and discharging all their liabilities under the Contract of Sale. Stipulations to the contrary are not binding on the Company. The Company's responsibility under this report is limited to proven negligence and will in no case be more than ten times the amount of the fees or commission. Except by special arrangement, samples, if drawn, will not be retained by the Company for more than three months." All SGS services are rendered in accordance with the applicable SGS Conditions of Service accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitations of liability and to the clauses on indemnification and jurisdiction. By signing this document, the Client confirms that he/she accepts the applicable SGS Conditions of Service.

Настоящий документ выпущен Компанией в соответствии с «Общими Условиями Оказания Услуг» (http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Обращаем внимание на условия об ограничении и освобождении от ответственности и юрисдикции.


Любой держатель настоящего документа извещен, что информация, содержащаяся в нем, отражает только факты, полученные Компанией в момент проведения инспекции, и исключительно в рамках инструкций Клиента (если таковые имелись). Компания несет ответственность только перед своим Клиентом, однако данный документ не освобождает договаривающиеся стороны от взаимных прав и обязательств в соответствии с заключенным соглашением. Любые несанкционированные изменения, подделка, фальсификация, копирование содержания или оформления данного документа являются незаконными, а нарушители могут подвергнуться преследованию в установленном законом порядке.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«10» июля 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Исследование и оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
при работе автономных источников теплоснабжения

тема

08.04.01 «Строительство»

код и наименование направления

08.04.01,05 Системы теплоснабжения и кондиционирования
микроклимата зданий

код и наименование магистерской программы

Магистрант


подпись, дата

Н.И. Биль
инициалы, фамилия

Научный руководитель


подпись, дата

доцент, к. т. н.
должность, ученая степень

И.Б. Оленёв
инициалы, фамилия

Научный руководитель
магистерской программы


подпись, дата

профессор, д. т. н.
должность, ученая степень

Ю.Л. Липовка
инициалы, фамилия

Красноярск 2020